

문헌

체중조절 식이에서 탄수화물의 비중 : 그 질과 양

김호준 · 이명종

동국대학교 한방재활의학과

A Minireview on Carbohydrate in Weight Management Diet : The Quantity and the Quality

Ho-Jun Kim, Myung-Jong Lee

Dept. of Oriental Rehabilitation Medicine, Dongguk Univ Ilsan Hospital

During last few decades dietary guidelines for the weight management mainly have focused on a low-fat, high carbohydrate diet. Carbohydrate was supposed to be low-dense, highly satiating as well as it affects little on the lipogenesis. Although low-fat diet has significant weight-reducing effect, the loss was modest and usually regained after cessation of the diet. Furthermore, low-fat, modest-carbohydrate diet did not impact on the ever increasing rates of overweight and obesity. Alternative approaches include low-carbohydrate diet, high-carbohydrate diet and low-glycemic index diet. Although none of above mentioned diet have sufficient evidence for standard weight management diet, short-term efficacy and safety are being approved continuously. Low-carbohydrate diet contains less than 45% of carbohydrate in daily energy consumption, it is claimed to have more satiating effect and to improve metabolism. However, low compliance due to the limitation of food choice should be considered on prescribing the diet. High-carbohydrate which contains 90% of carbohydrate in total daily energy consumption, is effective in providing satiety and lowering total calorie intake and cholesterol. On the other hand, nutritional unbalance should be took into account. Low-glycemic index diet is based on the theory that contemporary diet contains significantly less fiber and unrefined carbohydrate, therefore insulin secretion is disturbed. Because low glycemic index food slowly increase blood glucose and insulin level, it induces much satiating effect and may decrease calorie ultimate intake. However, poor standardization of glycemic index is one of the main obstacle for the diet to be applied in the clinic. Meanwhile, high fructose food and beverage should be discouraged because it has little satiating effect and may cause insulin resistance. High fiber food is another recommendation for healthy, lean diet.

Key words : Carbohydrate, Low-carbohydrate Diet, High-carbohydrate Diet, Low-glycemic Index Diet, Fructose, Macronutrient mix, Healthy Diet

I. 서론

탄수화물은 대부분 식단에서 가장 높은 열량을 차지하는 중요 영양소이며 그만큼 제대로 된 섭취 요령에 대해 논란이 많기도 하다. 탄수화물은 지방을 대체할 영양소로 최근 20-30년간 추천되어 왔다. 지방 1g의 열량이 9kcal/g 인데 비해 탄수화물은 4kcal/g 이므로 같은 열량의 음식이라면 훨씬 큰 부피를 지녀 포만감을 늘려줄 수 있다는 근거에서였다. 게다가 사람에게 있어서는 지방신생(de novo lipogenesis)가 일어나지 않는다고 믿어 왔기 때문에 탄수화물은 지방축적에 영향을 거의 주지 않는다고 알려졌었다. 하지만 이후의 연구에서 탄수화물을 과잉섭취할 경우 간과 지방조직에서 지방의 축적이 일어남이 밝혀졌다¹⁾.

한편, 주로 섭취하는 탄수화물의 종류가 과거에 비해 크게 바뀌었다. 전통적인 식사에서는 통곡식, 과일, 야채 등이 주된 탄수화물 공급원이었던데 비해 최근의 탄수화물 공급원은 정제된 곡류, 시리얼, 과당이 많이 함유된 식품과 음료 등으로 바뀌었다²⁾.

지난 수 십 년간 지방섭취를 줄이고 탄수화물의 섭취를 늘리는 식사패턴을 강조하고 식사의 질보다는 칼로리 위주의 양적개념을 강조하는 영양섭취 지침이 잘못되었음이 최근 연구에서 드러나고 있으며 이에 따라 새로운 임상영양치료의 가치관이 형성되어 가고 있다. 고지방 음식대신 섬유질이 적은 가공된 저지방-고칼로리 음식들이 오히려 비만의 주범이었음이 점차 알려지고 있다. 소위 'American Paradox'는 지방의 섭취량이 현저하게 줄어들었음에도 불구하고 서구 국가들에서 비만이 더 기승을 부리고 있다는 역설적인 상황을 빗대 표현한 것이다. 이에 따라 탄수화물의 섭취를 질적 양적으로 개선하고자 저탄수화물식이, 고단백식이,

저지방식이, 저당지수 식이 등등 많은 식이요법들이 개발되어 있고 지금도 개발되어 나오고 있다. 이는 그만큼 식이조절에 '정답'을 찾기가 어렵다는 반증이다. 본고에서는 탄수화물의 양과 질에 관련된 식이조절법의 과학적인 근거를 찾아보고 어느 한쪽으로 치우치지 않은 건강하고도 체중조절에 도움이 되는 식이조절을 제시해보고자 한다.

II. 본론

1. 저탄수화물식이

저탄수화물식이가 최근 비만 치료를 위한 식이로서 인기를 얻고 있다. 이 식이방법을 옹호하는 사람들은 탄수화물을 상당 수준 줄이는 것이 인슐린 저항과 고인슐린혈증을 극복하고 궁극적인 비만치료의 방법이 될 수 있다고 주장한다³⁾.

가장 최근에 미국의 Institute of Medicine에서 제시한 건강한 식이 지침은 탄수화물 45-65%, 지방 20-35%, 단백질 20-35% 인데 이는 심혈관질환, 비만, 당뇨 등의 유병율을 고려하고 필요한 영양소의 공급, 과도하지 않은 포화지방산의 감안한 식이 방법이다⁴⁾. 이 연구에서는 한편 단백질과 지방이 충분히 공급된다면 탄수화물은 없어도 적어도 생존은 가능하다고 하였으나 최상의 건강상태를 유지하기 위한 탄수화물의 양은 현재까지 정해진 바가 없다. 뇌는 영양공급원으로 혈당을 필요로 하지만 탄수화물이나 지방에서도 대사과정을 통해 부족한 혈당을 공급할 수 있기 때문이다.

저탄수화물 식이에 대한 정의는 문헌마다 차이가 있지만 대략 하루 총 열량의 45%이하의 탄수화물 섭취 식이를 Lower-carbohydrate diet 로, 하루 50g 이내 혹은 10% 이내의 탄수화물 섭취를 Lowest-carbohydrate diet로 언급한다³⁾. 50g 이내의 탄수

화물 식이에서는 케톤증이 발생한다. 저탄수화물 식이는 1860년대부터 W. Banting 이라는 학자가 배고픔을 느끼지 않고 21kg를 감량했다고 주장하여 인기를 끈 이후 많은 유사 식이가 등장했다⁵⁾. 최근에는 Atkins' diet 나 South Beach Diet 등의 초저탄수화물식이 최고의 인기를 끌기도 했다. 이 방식은 녹색채소나 다른 전분이 없는 야채에서 얻는 극소량의 탄수화물만을 섭취하는 방법으로 체중감량정도에 따라 6개월가량 지속되는데 50-60%의 지방, 30-35%의 단백질, 10% 미만의 탄수화물로 구성되는 식이 방법이다⁶⁾.

한편 Zone diet 방식 등의 중등도의 탄수화물 제한 식이도 있다⁷⁾. 이 방식을 주창한 Barry Sears 박사는 '좋은' eicosanoid와 '나쁜' eicosanoid의 균형을 맞추는 것이 지속적인 체중감량과 최적의 건강상태를 유지하기 위해서 매우 중요한데 이를 위해서는 탄수화물과 단백질의 비율이 4:3으로 맞추는 것이 필수적이라고 주장하였다^{7,8)}.

이러한 저탄수화물 식이들에 몇 가지 문제점이 발견된다. 저탄수화물식이 주창자들은 고탄수화물 식이가 인슐린분비를 증가시키고 인슐린 저항성을 만들어 내며 결국 비만과 연결된다는 논리를 펴지만 실상, 고단백질 음식들도 인슐린 분비를 고탄수화물 식이 못지않게 자극시킨다고 밝혀졌다⁹⁾. 한편, 인슐린저항성과 고인슐린혈증은 음식자체 보다도 유전적요소와 비만, 운동부족 등이 관여한다고 주장된 바도 있다¹⁰⁾. 체중감소는 식후 인슐린 레벨과 상관없으며 영양소 배합보다는 열량의 제한이 인슐린 저항을 개선시킨다는 보고가 많다^{10,11)}.

저탄수화물식이 체중감량에 미치는 효과에 대한 논란은 끊이지 않고 있지만 현재까지의 연구결과는 탄수화물량 보다는 섭취음식의 총량과 다이어트 기간에 보다 더 영향을 받는다고 알려져 있다^{5,12)}.

저탄수화물식이의 효과와 안정성, 혈중 대사관련

지표에 미치는 영향에 대한 연구가 많이 진행되었는데 대부분의 연구가 3개월 이내의 단기간에 걸친 연구였고 그 이상 되는 연구도 대조군이 없거나 무작위 군배정이 안된 연구들이 많아서 아직까지는 상대적으로 충분한 과학적 근거가 부족하다고 볼 수 있다^{2,5)}. 1년 동안 진행된 최근의 연구에서 저지방 및 고탄수화물식에 비해 저탄수화물식이 처음 6개월 동안 의미 있는 체중 감량효과가 보였지만 1년이 지난 다음의 결과는 두군 간의 유의한 차이를 보여주지 못했다¹³⁻¹⁵⁾. 6개월 이상 지속된 연구의 제한점은 실험대상자들의 식이 순응도가 시간이 지남에 따라 현저히 떨어진다는 점이다⁵⁾. 순응도의 저하는 식품선택의 제한으로 인한 인내의 한계로 생각된다. 이 연구들은 저탄수화물식이 초기 6개월 동안은 기존의 저지방-열량 제한 식이보다 유의한 성과를 보여주고는 있지만 결정적인 근거로 사용되기에는 부족하다⁵⁾.

초저탄수화물 식이를 하면 근육과 간의 글리코젠이 고갈되고 수분의 소실이 따라서 일어나기 때문에 이때 생기는 체중의 감소는 지방보다는 대부분 수분의 소실로 인한 급격한 체중감량으로 여겨졌는데 DEXA를 이용한 체지방량 감소추이를 관찰한 결과 6개월 동안 초저탄수화물식에서 유의한 근육량 감소는 확인되지 않았다^{16,17)}. 또 이러한 체성분구성의 긍정적 변화는 6개월 동안 혈중 심혈관 질환 위험인자가 호전되는 것으로도 재확인될 수 있다. 글리코젠이 고갈되면 단식 때와 비슷하게 케톤산증이 발생하고 이 케톤체는 식욕을 억제한다⁵⁾. 또 케톤체가 체지방손실을 가속화시킨다는 저탄수화물식이 지지자들의 주장도 있지만 아직까지는 충분한 근거가 없다. 한편 고단백고지방 방식이 고탄수화물 식이보다 체내의 식품유도 열발생을 늘려서 체중감량을 촉진시킨다는 주장도 있지만¹⁸⁾ 이론적으로 그 양은 매우 미미하다. 따라서 저탄수화물 식이의 성공은 음식의 종류를 제한

한데 따르는 단조로움에 의한 식욕의 상실과 음식 섭취량의 감소에 따른 것으로 생각된다. 또 단백질은 다른 영양소보다 포만감을 주는 효과가 훨씬 크기 때문에¹⁹⁾ 체중감소가 자연스럽게 발생하는 것으로 생각된다.

한편, 중성지방과 HDL 콜레스테롤, 인슐린 민감도 등 심혈관질환 위험인자들이 저지방식이에서보다 저탄수화물식이에서 더 나은 결과를 보였는데^{13,16)} 이는 저탄수화물식이에서 단기간에 더 많은 체중의 감소가 일어났기 때문으로 추정된다.

저탄수화물식이에서 가장 자주 발생하는 문제는 두통과 변비인데 이는 식이섬유의 부족으로 인한 결과이며 장기간에 걸친 영양의 불균형은 심혈관 질환이나 암 등을 유발할 수 있다. 또, 저지방식에 비해 입냄새, 근경련, 설사, 쇠약감, 발진등이 자주 발생하는 것으로 알려져 있다²⁰⁾. 초저탄수화물 식이에서 케톤증이 발생하면 부정맥 등의 위험도 상승하는 것으로 알려져 있다²¹⁾.

결론적으로 저탄수화물식은 당뇨나 다른 대사 질환이 없는 50세 이하의 비만환자가 6개월 이내의 단기간에 걸친 빠른 감량을 위해서는 건강에 큰 부작용 없이 시행할 수 있으나 그 이상의 장기간에 걸친 식사조절을 위해서는 건강상의 위해가 반드시 고려되어야 한다. 한편, 임상가 들은 저탄수화물 식이요법을 처방할 때 장기간에 걸친 식이 순응도의 저하를 예상하여야 할 것이다.

2. 고탄수화물식이

Atkin의 저탄수화물 식이(탄수화물 섭취량 10% 미만)가 한쪽의 극단적인 예라면 Ornish와 Pritikin의 고탄수화물 식이(탄수화물 섭취량 80%, 지방섭취량 10% 미만)는 정반대의 예라고 할 수 있다. 전통적으로 고탄수화물 식이는 기름진 음식을 선호하는 서구인들에게 외면되었었는데 체중감량 보다

는 심장병 예방을 위해 보다 더 권장되었었다¹²⁾. 하지만 비만인구가 폭발적으로 늘어남에 따라 Ornish 등도 심장병 예방과 더불어 체중 감량에 보다 초점을 맞추게 되었다. 몇몇 연구에서 고탄수화물을 지지하고 있지만 Ornish의 'Lifestyle Changing Program'은 식이요법 뿐 아니라 생활방식 교정과 스트레스 해결 방법 등 포괄적인 내용을 담고 있으므로 결과해석에 신중을 기해야 한다. 이 식이에서는 야채, 통곡식, 과일, 콩 등을 비롯한 복합탄수화물, 고섬유소 식이를 허기를 느끼지 않을 때까지 하루 6-7회 식사하도록 하는 내용을 담고 있다. 계란 흰자와 저지방유제품으로 약간의 단백질을 공급하는 채식주의자 식단이다^{22,23)}.

고탄수화물 식이는 저지방식기와도 통하는 것으로 지방의 섭취를 줄이는 대신 상대적으로 에너지 밀도가 낮은 탄수화물이나 단백질을 섭취하여 포만감을 유도하여 체중조절에 도움을 주는데 그 목적이 있다. 이 방법은 지난 20-30여 년간 전 세계적으로 체중조절 목적의 식이요법으로 사용되었는데, 단위 그램당 지방이 열량이 많다는 점 외에도 체내에서 열 발생이 단백질이나 탄수화물에 비해 떨어져 대사율을 올리는데도 도움이 되지 못하며 같은 열량의 타 영양소보다 포만감을 주는 정도도 낮기 때문에 지방을 줄이는 것이 체중조절에 가장 중요한 인자라고 언급되고 있다²⁾. 많은 연구에서 저지방식이보다 평균적인 지방함량의 식이보다 칼로리 제한을 하지 않았을 때 총 섭취열량의 감소와 체중의 감소를 나타내었다²⁴⁾.

혈중 지질대사지표들도 초저지방식이에서 유의하게 개선됨을 보여주는 연구가 있다. 10% 미만의 지방섭취는 LDL 콜레스테롤을 낮추며 그 변화는 5년까지 지속되기도 했다²⁵⁾. 하지만 이 식이에서는 HDL 콜레스테롤까지 함께 낮춘다는 보고²⁶⁾ 또한 존재하기 때문에 심장병과의 연관은 보다 치밀히 연구되어야 한다. 한편, 중성지방에 대한 결과는

음식종류에 따라 달라지는 것으로 여겨진다. 콩류와 고식이섬유 함유 탄수화물을 주로 섭취한 고탄수화물식이군은 중성지방이 감소했으나²⁶⁾ 타 연구에서는 중성지방이 변화가 없거나²⁷⁾ 올라갔다²⁸⁾고 보고하였다.

영양학적으로 탄수화물을 하루 섭취 열량의 75% 이상 섭취하고 지방을 10% 미만으로 섭취하는 방식은 칼로리 섭취를 낮추어 체중감량에 효과적이지만 이러한 고탄수화물 식이는 비타민 E, B12, 아연 등의 결핍을 초래하기 때문에 신중을 기하여야 한다¹²⁾.

3. 저당지수식이 Low glyceic index diet

저탄수화물식이와 고탄수화물식에서 탄수화물을 질보다는 양적인 개념에서 조절하려했다면 당지수(Glycemic Index)는 탄수화물의 질을 높이고자하는 목적이 크다. 당지수는 식후 탄수화물의 흡수 속도를 정상화하기 위해 시도된 것으로 50g의 해당 탄수화물을 섭취한 후 혈당반응 곡선 아래의 면적을 기준음식인 흰 빵이나 포도당의 혈당반응 곡선 아래 면적으로 나눈 수치로 정의되어 진다²⁹⁾. 당지수는 음식의 분자간 결합 길이와는 큰 상관없이 감자나 정제 곡식이 설탕보다 더 당지수가 크게 나오기도 하는 반면 과일이나 콩류 등은 낮은 당지수를 가지고 있다³⁰⁾.

지난 수십 년 동안 섭취하는 탄수화물의 종류와 형태는 매우 급격하게 변해왔다. 통곡식, 야채, 과일, 콩 등을 기본으로 하는 전통적인 식사는 포만감을 주고 부피가 크며 에너지 밀도가 상대적으로 낮아 과식의 위험이 그만큼 적었다. 하지만 전형적인 서구식 식이에서는 에너지 밀도가 높으며 쉽고 빨리 소화되고 흡수되는 가공된 음식이 많아 당부하가 많이 걸리고 인슐린의 요구량이 높아졌다. 이로 인해 췌장의 베타세포는 지치게 되고 2형 당뇨

병으로 발전하게 된다. 당지수는 원래 당뇨병자들의 혈당개선을 목표로 고안되었으나 복부비만과 인슐린 저항이 밀접하게 관계되고 있다는 사실이 드러나면서 비만치료에도 주목을 받게 되었다³¹⁾. 최근에는 이론적인 당지수 개념보다 일회섭취량을 당지수에 곱한 당부하Glycemic load 개념을 더 이용하고 있다.

당지수가 낮은 음식을 섭취하는 것은 체중조절 목적에 두 가지 이로운 점이 있다. 저당지수음식이 포만감이 더 크고 탄수화물 대신 지방을 기질로서 더 이용하여 산화시킨다는 점이다. 이는 소화와 흡수가 느려 식후 혈당과 인슐린의 상승속도가 더디다는 데에 기원한다. 최근 행해진 17개의 당지수 관련 임상실험에서 16개의 연구에서 낮은 당지수 음식이 더 포만감을 준다는 결과가 나왔고²⁾ 실험적으로 낮은 당지수 식단은 공복감을 억제하고 포만감을 유도하는 작용을 지닌 호르몬으로 알려진 콜레시스토키닌의 분비를 더 촉진하는 것으로 밝혀졌다³²⁾. 저 당지수 식단은 소화 흡수에 오랜 시간이 걸리고 위장관의 영양소 수용체를 더 오랫동안 자극하여 뇌의 포만중추에 보내는 feedback을 길게 한다는 장점이 있다³³⁾.

당지수의 차이는 에너지를 소모하는 패턴도 변화시킨다. 식후에 포도당과 인슐린의 농도가 높아지면 조절효소의 활성화를 통해 탄수화물의 산화를 급격히 증가시킨다. 한 예로 Malonyl-CoA 같은 포도당대사 조절효소는 미토콘드리아로의 지방산의 유입을 차단하여 지방산의 산화를 억제시키는데 높은 당지수의 음식을 섭취하여 만성적으로 고인슐린혈증과 식후 고혈당의 상태가 지속되면 조절효소의 발현을 더디게 하고 결국 지방산화를 더디게 한다²⁾. 지방산화가 줄게 되면 대사율이 감소되고 결국 비만으로 이행되게 된다.

저당지수식이요법이 임상에서 표준 식이지침으로 자리 잡기에는 아직 더 많은 연구가 필요해 보

이다. 비판적인 입장의 연구자들은 첫째, 음식물 당 당지수가 발표기관마다 큰 차이를 보인다고 주장한다³⁴⁾. 음식의 조리 시간과 방법, 재료의 치밀한 정도, 과일의 경우 성숙정도, 첨가물의 유무, 가공식품의 경우 회사마다 다른 당지수를 나타내었으며 심한 경우 2-3배의 차이를 나타내었다는 연구가 있다³⁵⁾. 한편, 음식의 양에 따라 glycemc load가 산술곱수적으로 비례하지 않는다는 주장도 있다³⁵⁾. 즉, 100g 음식의 당부하가 같은 음식 50g의 두 배가 아닐 수도 있다는 말이다. Wolever³⁶⁾는 당지수가 체형이나 당뇨의 유무와는 큰 상관없이 일정수치를 나타내지만 인슐린 반응은 개인별로 큰 차이를 나타내기 때문에 인슐린 반응을 예측하기는 거의 불가능한 일이라고 주장하였다.

최근 당지수의 대안으로 에너지밀도가 낮은 음식을 선택하게 하는 임상지침이 주목을 끌고 있다. 당지수를 창안한 Jenkins는 전분의 종류, 음식에 들어 있는 수분의 함량, 음식 입자의 크기, 식이섬유의 함량 등이 체내 흡수 속도에 영향을 미친다고 했는데³⁷⁾ 바로 이러한 점에서 GI 이론을 보충할 만한 에너지밀도 이론이 필요하다. 에너지밀도가 낮은 음식은 물과 섬유질을 많이 포함하고 있는 경우가 많은데 과일과 야채는 이 기준에 부합하며 포만감을 올려주면서 총섭취 열량은 줄이게 된다. 당지수가 낮은 음식과 에너지밀도가 낮은 음식은 둘 다 섬유소는 많고 단순당은 적으며 통곡식을 권하는 것 등으로 겹치는 경우가 많지만 당지수에는 워낙 많은 인자들이 복합적으로 작용하기 때문에 반대로 나타나는 경우 또한 존재한다³⁴⁾.

기존의 체중조절 식이에서 강조되었던 칼로리 개념에서 벗어나 당지수 개념을 제시한 것은 분명히 획기적인 전환이었다. 같은 칼로리라도 내분비적인 측면에서 더 이로울 수도 있고 더 해로울 수도 있는 탄수화물을 구별하여 무조건적인 인내를 요구하는 방식에서 벗어나므로 하여 새로운 전기

가 마련된 면이 인정된다. 하지만 음식별 당지수의 기준이 아직 국제적으로 공인된 것이 없고 인슐린 반응을 완벽히 예측하는 것이 어려우므로 임상에서의 완전한 적용은 좀 더 많은 연구가 필요하다.

4. 과당

최근 들어 과당은 특히 High Fructose Corn Syrup (HFCS)의 형태로 수많은 가공식품의 단맛을 내기 위해 사용되고 있고 그 사용량이 늘어가고 있다³⁸⁾. 특히 탄산음료와 주스, 아침 식사대용 시리얼에 많이 포함되어 있다. HFCS는 55-90%가 과당으로 이뤄져 있으며 설탕의 사용이 오히려 줄어든 반면 1970년 일인당 년 사용량이 0.5파운드에서 1997년 62.4파운드로 급증했다³⁴⁾. 한 연구에서는 콘시럽의 사용량이 1909년에서 1997년까지 미국에서 발생한 2형당뇨와 명백한 상관관계가 있음을 밝혔다³⁹⁾. 이 연구에서 단백질과 지방은 당뇨와 상관관계가 나타나지 않았다. 콘시럽은 현재 미국인 식단에서 탄수화물이 차지하는 열량의 20%를 차지하고 있다³⁹⁾.

과당이 체내 내분비 대사에 미치는 영향은 포도당과 반대이다. 포도당이 유입되면 인슐린 분비가 늘고 식욕억제기능을 하는 렙틴 분비가 증가되며 식욕을 늘려주는 역할을 하는 그렐린(ghrelin)이 억제되지만 과당은 인슐린과 렙틴에 직접적으로 영향을 주지 않으며 그렐린의 억제정도도 매우 적은 것으로 나타났다⁴⁰⁾. 과일의 섭취는 식이섬유와 수분의 함량이 많기는 하지만 과당이 많을수록 그렐린의 억제가 약해져서 오히려 식욕을 늘리는 효과도 관찰되었다. 과당의 섭취는 포도당의 섭취에 비해 간에서 지방신생을 촉진하며 포만감을 주는 효과가 적고 뇌로 들어가지 못해 되먹이기도 적기 때문에 열량섭취가 많아질 위험이 있다³⁴⁾.

과당은 인슐린분비를 자극하지 않는다는 점에서

당뇨환자의 감미료로서 제안되기도 했다. 하지만 최근 연구를 통해 과당이 주로 대사되는 간으로 과당이 과다 유입되게 되면 포도당 대사와 흡수경로를 방해하여 de novo lipogenesis와 중성지방의 합성을 촉진시키는 것으로 드러났다. 당뇨환자에게 포도당 대신 감미료로 과당을 투여한 결과 인슐린 레벨은 낮아졌으나 체중이 증가하고 인슐린 저항성은 증가하였다. 이러한 대사의 장애가 만성적인 과도한 과당유입에 의한 인슐린 저항을 설명해주는 것으로 생각되고 있다³⁸⁾.

5. 식이섬유

식이섬유는 탄수화물의 한 구성분으로 수용성 식이섬유에는 gum, pectin 등이 있고 불용성 식이섬유에는 셀룰로즈, 리그닌 등이 있다. 현재 사용되고 있는 수용성, 불용성의 용어는 점도와 발효 가능성에 따른 생리학적인 기능에 따라 새로이 변경되어야 한다는 주장이 있다⁴¹⁾. 수용성 섬유질은 쉽게 녹거나 젤 형태로 부룬다. 당, 콜레스테롤, 무기질 등의 영양성분의 흡수를 방해하여 과거에는 필요 없는 물질로 보고 섭취를 하지 않도록 권장하기도 했다. 과일, 보리, 콩 등에 많이 들어 있고 장내에서 흡수되어 대변 용적 증가 효과는 없으나 혈당과 지질대사 개선에 효과가 있다. 콜레스테롤을 낮추는 효과는 섬유질의 종류에 따라 크게 차이가 나는데, 이는 섬유소의 점도와 관계가 있는 것으로 밝혀졌다⁴¹⁾. 반면, 불용성섬유질은 cellulose와 hemicellulose로서 찢겨, 통밀 등 식물의 질긴 부위를 형성하며 자연계에서 가장 많이 존재하는 유기화합물이다. 체내에서는 이를 소화시킬 수 있는 효소가 없기 때문에 배변량과 배변속도를 증가시키지만 지질이나 혈당에 대한 개선 효과는 없다. 배변량 증가 효과도 섬유소의 종류에 따라 차이가 나는데 발효 가능성에 따라 달라지는 것으로 알려

져 있다⁴¹⁾. 섬유질이 많은 식사는 장에서 포도당의 흡수를 지연시켜 식후 급격한 혈당상승을 막고 중성지방과 콜레스테롤 감소효과가 있다.

식이섬유의 권장 일일섭취량은 연령별로 차이가 있지만 대개 30g 전후인데 반해 실제 섭취량은 20g이 채 되지 못한다⁴²⁾. 이러한 차이는 저열량식이든 하거나 특히 저탄수화물 식이를 하는 사람들에게서 더 커지므로 식품으로부터 또는 보충제에서 적절한 식이섬유의 섭취가 권장된다⁴¹⁾. 중요 다이어트별 식이섬유 함유량을 보면 1600kcal/day를 기준으로 Ornish diet는 49g, Zone diet 18.1g, Atkin diet 4g 정도로 탄수화물의 비율에 따라 섬유소의 양도 변하였다⁴³⁾.

식이섬유가 풍부한 식이의 체중감소 효과는 많은 연구에서 검증된 바 있다^{41,44)}. 식이섬유가 체중 조절에 긍정적인 효과를 나타내는 기전은 위내 음식물의 점조도가 오르고, 에너지 밀도가 낮아 단위 열량당 부피가 커서 소화엔 오랜 시간이 걸려 포만감을 줄 뿐 아니라 저작을 오래하게 되고 장내 유익균의 먹이가 되는 짧은 사슬 지방산이 많아져 인슐린 민감도를 향상시키는 등 이러한 점이 많기 때문으로 설명된다⁴⁵⁾.

III. 결론 및 제언

비만을 예방하고 치료하기 위한 최적의 식이는 있다손 치더라도 아직도 정해지지 않았으며 더 많은 연구를 필요로 한다. 대부분의 식이 중에서 가장 큰 열량비중을 차지하고 있는 탄수화물의 양과 질은 매우 중요하다. 지난 수십 년간 지방에 비해 상대적으로 주목을 받지 못하던 탄수화물의 섭취가 최근에는 비만조절에 가장 중요한 역할을 하는 영양소로 생각되고 있다. '탄수화물을 잘 선택하라 choose carbohydrate wisely'라는 문구가 2005년

미국인의 식이지침에 포함되었다. 하지만 이상에서 보았듯이 이는 결코 표현처럼 간단한 말이 아니다.

고탄수화물식이, 저탄수화물식이, 저당지수식이 등의 장기간에 걸친 임상적용은 아직도 많은 연구가 필요하지만 공통적으로 주장하는 것들을 찾아 몇 가지 결론적인 요약은 제시하자면, 6개월 이내의 단기간에 걸친 집중적인 감량을 위해서는 어느 정도의 탄수화물 제한 식이가 필요하며 탄수화물을 줄이더라도 포화지방의 비중이 너무 커져서는 안 된다. 한편, 음식에 대한 인슐린반응을 낮추기 위해 고안된 당지수가 낮은 식단은 저장지방의 산화, 포만감의 증대, 체중감소에 효과가 있음이 하나씩 밝혀지고 있다는 것 등이다. 이러한 식단에는 풍부한 야채, 콩류, 과일과 적당한 정도의 단백질과 건강에 도움이 되는 지방질이 포함되며, 정제된 곡식이나 감자 등의 고 당지수 음식, 고농도의 설탕이 들어간 음식 등을 피할 것을 권한다. 사실 이러한 음식들은 우리의 선조들이 지난 수만 년 동안 섭취해오던 방법에 다름 아니다. 한국인들은 전통적으로 고탄수화물 식단을 유지해왔지만 '풍족한' 현대에 유행하고 있는 당뇨, 심혈관질환 등의 생활습관병이 지금처럼 만연하지 않았다. 탄수화물 섭취량이 적절한 범위를 넘어서지 않도록 권하는 것은 바람직하지만 탄수화물에 들어있는 고유한 섬유질, 영양소 등이 부족해지지 않도록 '질'을 높이는 식이의 연구가 앞으로도 지속되어야 한다. 가공을 하면 할수록 당지수는 올라간다는 사실은 현대인에게 많은 것을 시사한다. 먹을 것이 결코 모자라지 않는 요즘과 같은 상황에서 탄수화물의 적절한 선택은 건강한 식이의 첫걸음이라 할 것이다.

참고문헌

1. Aarsland A, Chinkes D, Wolfe RR. Hepatic and whole-body fat synthesis in humans during carbohydrate overfeeding. *Am J Clin Nutr.* 1997 Jun;65(6):1774-82
2. McMillan-Price J, Brand-Miller J. Dietary approaches to overweight and obesity. *Clin Dermatol.* 2004 Jul-Aug;22(4):310-4
3. Wilkinson DL, McCargar L. Is there an optimal macronutrient mix for weight loss and weight maintenance? *Best Pract Res Clin Gastroenterol.* 2004 Dec;18(6):1031-47
4. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients). Washington, DC: National Academy Press; 2002
5. Astrup A, Meinert Larsen T, Harper A. Atkins and other low-carbohydrate diets: hoax or an effective tool for weight loss? *Lancet.* 2004 Sep 4-10;364(9437):897-9
6. Atkins RC. Dr. Atkins' New Diet Revolution. New York: Harper Collins; 1992
7. Sears B: "The Zone." New York: Harper Collins, 1995
8. Chevront SN. The Zone Diet phenomenon: a closer look at the science behind the claims. *J Am Coll Nutr.* 2003 Feb;22(1):9-17
9. Holt S, Brand-Miller J & Petocz P. An insulin index of foods: the insulin demand generated by 1000-kJ portions of common foods. *Am J Clin Nutr* 1997;66:1264 - 1276
10. Grey N & Kipnis D. Effect of diet composition

- on the hyperinsulinemia of obesity. *N Engl J Med* 1971; 285: 827-831
11. McLaughlin T, Abbasi F, Carantoni M et al. Differences in insulin resistance do not predict weight loss in response to hypocaloric diets in healthy obese women. *J Clin Endocrinol Metab* 1999; 84: 578-581
 12. Freedman MR, King J, Kennedy E. Popular diets: a scientific review. *Obes Res.* 2001 Mar; 9 Suppl 1:1S-40S
 13. Samaha FF, Iqbal N, Seshadri P, Chicano KL, Daily DA, McGrory J, Williams T, Williams M, Gracely EJ, Stern L. A low-carbohydrate as compared with a low-fat diet in severe obesity. *N Engl J Med.* 2003 May 22;348(21):2074-81
 14. Stern L, Iqbal N, Seshadri P, Chicano KL, Daily DA, McGrory J, Williams M, Gracely EJ, Samaha FF. The effects of low-carbohydrate versus conventional weight loss diets in severely obese adults: one-year follow-up of a randomized trial. *Ann Intern Med.* 2004 May 18;140(10):778-85
 15. Foster GD, Wyatt HR, Hill JO, McGuckin BG, Brill C, Mohammed BS, Szapary PO, Rader DJ, Edman JS, Klein S. A randomized trial of a low-carbohydrate diet for obesity. *N Engl J Med.* 2003 May 22;348(21):2082-90
 16. Brehm BJ, Seeley RJ, Daniels SR, D'Alessio DA. A randomized trial comparing a very low carbohydrate diet and a calorie-restricted low fat diet on body weight and cardiovascular risk factors in healthy women. *J Clin Endocrinol Metab* 2003; 88: 1617-3
 17. Willi SM, Oexmann MJ, Wright NM, Collop NA, Key LL Jr. The effects of a high-protein, low-fat, ketogenic diet on adolescents with morbid obesity: body composition, blood chemistries, and sleep abnormalities. *Pediatrics* 1998; 101: 61-7
 18. Mikkelsen PB, Toubro S, Astrup A. The effect of fat-reduced diets on 24-h energy expenditure: comparisons between animal protein, vegetable protein, and carbohydrate. *Am J Clin Nutr* 2000; 72:1135-1
 19. Porrini M, Santangelo A, Crovetti R, Riso P, Testolin G, Blundell JE. Weight, protein, fat, and timing of preloads affect food intake. *Physiol Behav* 1997; 62: 563-0
 20. Yancy WS, Olsen MK, Guyton JR, Bakst RP, Westman EC. A lowcarbohydrate, ketogenic diet versus a low-fat diet to treat obesity and hyperlipidemia. *Ann Intern Med* 2004; 140: 769-7
 21. Best TH, Franz DN, Gilbert DL, Nelson DP, Epstein MR. Cardiac complications in pediatric patients on the ketogenic diet. *Neurology* 2000; 54: 2328-30
 22. Ornish D. *Eat More, Weigh Less.* New York: Harper Paperbacks; 1993. 14
 23. Ornish D, Scherwitz LW, Bilings JH, et al. Intensive lifestyle changes for reversal of coronary heart disease. *JAMA.* 1998;280:2001-7
 24. Astrup A, Grunwald GK, Melanson EL, et al. The role of low-fat diets in body weight control: a meta-analysis of ad libitum intervention studies. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000;24:1545-52
 25. Barnard RJ, Guzy PM, Rosenberg JM, O'Brien LT. Effects of an intensive exercise and nutri-

- tion program on patients with coronary artery disease: five-year follow-up. *J Cardiac Rehab.* 1983;3:183-90
26. Noakes M, Clifton PM. Changes in plasma lipids and other cardiovascular risk factors during 3 energy-restricted diets differing in total fat and fatty acid composition. *Am J Clin Nutr.* 2000;71:706-12
27. Heber D, Ashley JM, Leaf DA, Barnard RJ. Reduction of serum estradiol in post-menopausal women given free access to low-fat high-carbohydrate diet. *Nutrition.* 1991;7:137-40
28. Powell JJ, Tucker L, Fisher AG, Wilcox K. The effects of different percentages of dietary fat intake, exercise, and calorie restriction on body composition and body weight in obese females. *Am J Health Promot.* 1994;8:442-8
29. Ludwig DS. Dietary glycemic index and obesity. *Am J Clin Nutr* 2000;130(suppl 2):280S-3S
30. Wahlqvist ML. Nutrition and diabetes. *Aust Fam Physician.* 1997 Apr;26(4):384-9
31. Cusin I, Rohner-Jeanrenaud F, Terretaz J, Jeanrenaud B. Hyperinsulinemia and its impact on obesity and insulin resistance. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1992 Dec;16 Suppl 4:S1-11
32. Holt S, Brand J, Soveny C, et al. Relationship of satiety to postprandial glycemic, insulin and cholecystokinin responses. *Appetite* 1992; 18:129-41
33. Brand-Miller JC, Holt SH, Pawlak DB, McMillan J. Glycemic index and obesity. *Am J Clin Nutr.* 2002 Jul;76(1):281S-5S
34. Wylie-Rosett J, Segal-Isaacson CJ, Segal-Isaacson A. Carbohydrates and increases in obesity: does the type of carbohydrate make a difference? *Obes Res.* 2004 Nov;12 Suppl 2:124S-9S
35. Pi-Sunyer FX. Glycemic index and disease. *Am J Clin Nutr.* 2002;76:290S-8S
36. Wolever TMS, Chiasson J-L, Hunt JA, Palmason C, Ross SA, Ryan EA. Similarity of relative glycaemic but not relative insulinaemic responses in normal IGT, and diabetic subjects. *Nutr Res.* 1998;18:1667-76
37. Jenkins DJA, Kendall CWC, Augustin LSA, Vuksan V. High-complex carbohydrate or lente carbohydrate foods? *Am J Med.* 2002;113 (suppl 9B):30S-7S
38. Basciano H, Federico L, Adeli K. Fructose, insulin resistance, and metabolic dyslipidemia. *Nutr Metab (Lond).* 2005 Feb 21;2(1):5
39. 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 May;79(5):774-9
40. Teff KL, Elliott SS, Tschop M, et al. Dietary fructose reduces circulating insulin and leptin, attenuates postprandial suppression of ghrelin, and increases triglycerides in women. *J Clin Endocrinol Metab.* 2004;89:2963-72
41. Slavin JL. Dietary fiber and body weight. *Nutrition.* 2005 Mar;21(3):411-8
42. 이해성. 총설:한구인의 식이섭유 섭취 실태. *한국식품영양과학회지.* 1997;26(3):540-548
43. Anderson JW, Gilinsky NH, Deakins DA, Smith SF, O'Neal DS, Dillon DW, Oeltgen

- PR. Lipid responses of hypercholesterolemic men to oat-bran and wheat-bran intake. *Am J Clin Nutr* 1991;54:678-83
44. Birketvedt GS, Aaseth J, Florholmen JR, Ryttig K. Long-term effect of fibre supplement and reduced energy intake on body weight and blood lipids in overweight subjects. *Acta Med* 2000;43:129-32
45. Pereira MA, Ludwig DS. Dietary fiber and bodyweight regulation. Observations and mechanisms. *Pediatr Clin North Am* 2001;48: 969-80