

[S1-2]

곡류의 metabolic syndrome 개선효과

김 정 인

인제대학교 식품생명과학부

제2형 당뇨병은 전세계적으로 morbidity와 mortality를 증가시키는 주요 질환이다. “대사성증후군(metabolic syndrome, syndrome X)”은 복부 비만(abdominal obesity), 인슐린 저항성(insulin resistance), 고혈압(hypertension), 및 이상지혈증(dyslipidemia, 중성지방의 증가 및 HDL-cholesterol의 감소)이 군집을 이루어 나타나는 증후군인데(Reaven, 1993), 제2형 당뇨병에 걸릴 위험이 매우 높은 집단이다. 1993년 Reaven이 대사성증후군을 명명한 이래 그 임상적인 특징을 규명하는 연구가 다수 이루어져, fibrinogen과 PAI-1(plasminogen activator inhibitor)의 상승, 작은 크기의 저밀도 지단백(LDL)입자 증가, 요산 증가 등이 주요 임상 특징으로 추가되었다(Reaven, 2000). 현재 대사성 증후군의 진단기준에 대해서 다양한 기준들이 제시되고 있는데, National Cholesterol Education Program (NCEP) Adult Treatment Panel III(ATP III)의 기준이 가장 널리 사용되고 있고, WHO의 기준 또한 사용되고 있다. NCEP ATP III의 기준은 다음과 같다.

- 복부비만(허리둘레, 남 > 102cm, 여 > 88cm)
 - 이상지혈증(중성지방 ≥ 150 mg/dL,
HDL-콜레스테롤 < 40 mg/dL(남), < 50 mg/dL(여))
 - 고혈압(혈압 $\geq 130/85$ mmHg)
 - 공복혈당 ≥ 110 mg/dL
- 중 세 가지 이상 동반한 경우

인슐린저항성이란 인슐린의 정상적인 생리적인 기능을 나타내기 위해, 정상 보다 많은 양의 인슐린이 필요한 상태를 말한다. 대사성 증후군의 경우, 인슐린 저항성을 보상하기 위해 인슐린 분비가 증가(고인슐린혈증) 하므로, 초기에는 정상혈당을 나타내다가 서서히 공복혈당 장애를 나타내고, 시간이 경과함에 따라 췌장 베타세포의 기능이 손상되어 당뇨병으로 진전된다. 현재 대사성 증후군의 유병율이 계속 증가하는 추세에 있고, 대사성증후군은 심혈관질환(cardiovascular diseases, CVD)과 당뇨병의 발생위험을 증가시키므로 이를 예방하고, 조기에 발견하여 치료하는 것이 매우 중요하다.

대사성 증후군의 병인은 명확히 규명되어 있지 않지만, 유전, 대사, 환경적 요인들이 복합적으로 관계하는 것으로 추정되며, 식이는 주요한 환경적 요인이 된다. 인슐린은 혈당을 감소시키는 호르몬이므로, 탄수화물의 섭취패턴과 인슐린 민감도(insulin sensitivity) 사이에 상관관계가 있다고 추정

되나, 여러 연구 결과들은 다소 일관성 없는 결과를 보여준다. 역학조사에 의하면 식이섬유의 섭취를 많이 하는 사람 (Feskens, 1997) 및 전곡(whole grain)의 섭취를 많이 하는 사람은 공복 인슐린 농도가 낮은 것으로 나타났다(MaKewn, 2002). 그러나 Samaha 등(2003)은 비만인 자에 있어서 저탄수화물, 고지방식사를 6개월간 섭취 시킨 경우 인슐린 민감도가 개선되었다고 보고하였다. 고식이섬유 탄수화물 급원식품이 인슐린 민감도에 미치는 영향을 조사한 randomized feeding study에 있어서도 다소 일관성 없는 결과를 보여주는데, 일반적으로 식이섬유의 섭취 증가와 전곡의 섭취 증가는 인슐린 저항성을 개선하였으나(Fukagawa *et al.*, 1990; Pereria *et al.*, 1998), 영향을 주지 않았다는 보고도 있다(Davy *et al.*, 2002). Pareira 등(1998)은 과체중인 고인슐린혈증 성인을 대상으로 randomized crossover study를 실시한 결과, 전곡 식사를 6주간 섭취한 경우 정제된 곡류(refined grain) 식사를 섭취한 경우에 비해 공복 인슐린 농도가 10% 감소하였으며, homeostasis model of insulin resistance를 개선시켰고 euglycemic hyperinsulinemic clamp test시 인슐린 민감도를 유의적으로 증가시켰다. 전곡에 다량 함유되어 있는 식이섬유는 물리적 작용으로 영양소의 흡수를 느리게 하여 식후 혈당치 증가를 완만하게 하므로, 포도당 부하를 처리하는데 필요한 인슐린의 양이 감소하게 된다. 따라서 장기적으로 저하된 인슐린의 농도는 인슐린 up-regulation을 유도하여 인슐린 민감성을 증가시킨다고 제시되었다. 한편, 전곡에 함유된 식이섬유는 대장에서 장내세균에 의하여 발효되어 단쇄지방산을 생산하고 문맥을 통하여 혈액으로 유입될 수 있다. 단쇄지방산은 간세포에 있어서 포도당 산화를 증가시키고 지방산의 방출을 감소시키며 insulin clearance를 증가시켜 인슐린 민감도를 증가시킨다고 제시되었다. 한편 전곡의 마그네슘이 인슐린 저항성을 감소시키는데 중요한 역할을 한다고 제시되었으며, 곡류의 intact structure 또한 중요한 역할을 한다고 알려져 있다.

혈당지수(glycemic index, GI)는 식품 섭취 후 혈당 변화를 상대적으로 비교한 수치인데, 탄수화물 식품을 생리학적으로 분류하는데 사용된다. GI가 높은 식품은 혈중 중성지방 농도를 증가시키고 HDL-콜레스테롤 농도를 감소시킨다고 보고 되었다. 임상연구에서 정상인과 제2형 당뇨병자에 있어서 GI가 낮은 탄수화물 식품은 혈당 조절효과 및 lipid profile 개선효과를 나타낸다고 보고 되었다. Glycemic load란 탄수화물의 양과 질을 나타내는 수치인데, glycemic load가 제2형 당뇨병의 발병에 관계가 있다고 보고 되었으나, 연구자에 따라 영향을 주지 않는다고 발표하기도 하였다. McKeown 등은 GI 및 glycemic load가 대사성증후군의 발병에 미치는 영향을 Framingham Offspring Study에서 횡단연구로 종합적으로 조사하였다(2004). 총 식이섬유질, 곡류 섬유질 및 과일 섬유질, 전곡의 섭취량은 인슐린저항성 지표인 HOMA-IR((공복 인슐린 농도($\mu\text{U/mL}$) X 공복 혈장 포도당 농도(mmol/L))/22.5)과 음의 상관관계 나타내었으며, GI와 glycemic load는 양의 상관관계를 나타내었다. 또한 곡류 섭취량과 전곡 섭취량이 높은 군에서 대사성 증후군의 유병률이 낮았으며, GI가 높은 식품을 섭취한 군에서 대사성 증후군의 유병률이 높았다. 총 탄수화물, 총 식이섬유질, 과일 섬유질, 채소 섬유질, 두류 섬유질의 양, glycemic load, 정제된 곡류(refined grain) 섭취량은 대사성증후군의 유병률에 영향을 주지 않았다. 따라서 McKeown 등은 전곡이 식이섬유함량이 높고 GI가 낮은 식품임을 고려하여 전곡의 섭취량을 증가시키는 것이 대사성 증후군의 발생을 감소시킬 수 있다고 결론지었다.

현재 대사성증후군의 치료는 내당능 장애의 개선과 CVD의 발생위험의 감소에 초점을 두고 있다. 치료를 위한 lifestyle intervention은 체중조절, 활동 증가, 금연 및 식사요법을 포함하는데, 추천하는 식사요법은 복합 탄수화물을 위주로 한 고탄수화물, 저지방이면서 불포화지방산이 주를 이루는 식사, 정제 곡류 및 감자류 대신 전곡, 과일, 채소 등 가공과정을 최소로 한 식품의 섭취, 포도당 부하가 큰 음료(high glycemic load beverages)의 절제이다(Leonetti *et al.*, 2002).

참고문헌

- Davy BM et al. High-fiber oat cereal compares with wheat cereal consumption favorably alters LDL-cholesterol subclass and particle numbers in middle-aged and older men. *Am J Clin Nutr* 2002;76:351-358.
- Feskens EJ, Loeber JG, Kromhout D. Diet and physical activity as determinants of hyperinsulinemia: the Zutphen Elderly study. *Am J Epidemiol* 1994;140:350-360
- Fukagawa Nk et al. High-carbohydrate, high-fiber diets increase peripheral insulin sensitivity in healthy young and old adults. *Am J Clin Nutr* 1990;52:524-528
- Leonetti F, Jacobellis G, Zappaterreno A, Di Mario U. Clinical, physiopathological and dietetic aspects of metabolic syndrome. *Dig Liver Dis.* 2002;34 Suppl 2:S134-139
- McKewn NM. et al. Carbohydrate nutrition, insulin resistance, and the prevalence of the metabolic syndrome in the Framingham offspring cohort *Diabetes Care* 2004;26:538-546.
- National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, And Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III): Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, And Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA* 2001;285:2486-2497
- Pereria MA et al. Effect of whole grains on insulin sensitivity in overweight hyperinsulinemic adults. *Am. J. Clin. Nutr.* 2002;75:848-855.
- Reaven GM: Role of insulin resistance in human disease (syndrome X): an expanded definition. *Annu Rev Med* 1993;44:121-131
- Reaven GM, Strom TK, Fox B. Syndrome X, the Silent Killer. Simon & Schuster, 2000.
- Samalha FF et al. A low carbohydrates as compared with a low fat diet in severe obesity. *N Engl J Med* 2003;348:2074-2081