

## 진행된 합병증이 있는 환자에서 운동

중앙대학교 의과대학 내과학교실 내분비대사내과  
이석홍, 안지현, 김재택

Exercise in Patients with Advanced Diabetic Complications

Seok Hong Lee, Jihyun Ahn, Jaetaek Kim

Division of Endocrinology and Metabolism, Department of Internal Medicine, College of Medicine, Chung-Ang University, Seoul, Korea

### Abstract

Structured exercise is considered as an important cornerstone to achieve good glycemic control and improve cardiovascular risk profile in diabetes. Both aerobic and resistance training improve insulin action and can assist with management of blood glucose levels, lipids, and blood pressure. However, exercise must be undertaken regularly to have continued benefits and include regular training varying types. Most persons with diabetic complication such as vascular disease, peripheral neuropathy, autonomic neuropathy, retinopathy, and nephropathy can perform exercise safely as long as certain precautions are taken. (J Korean Diabetes 2011; 12:33-36)

**Keywords:** Exercise, Diabetes, Complication

### 서론

운동요법은 당뇨병환자에서 식사요법, 약물요법과 더불어 혈당 조절의 주요 치료법 중 하나이다. 유산소 운동은 근육에서 포도당 소비를 증가시키고 인슐린 감수성을 향상시키며, 저항성운동은 근육의 양을 늘려 포도당 소비를 증가시킴으로써 혈당을 낮춘다[1]. 미국당뇨병학회에서는 일주일에 150분의 중등도 강도(최대심박수의 50-70%)의 유산소운동 또는 일주일에 90분 이상의 고강도 유산소운동(최대심박수의 70% 이상)을 권장하고 있다. 운동은 일주일에 적어도 3일 이상 실시해야 하고, 연속해서 이틀 이상 쉬지 않도록 권장하며, 저항성운동도 일주일에 2회 이상, 모든 주요 근육을 사용할 수 있도록 권장하고 있다. 그러나, 당뇨병의 만성 합병증을 가지고 있는 환자에서도 같은 강도와 형식의 운동을 적용하는 것은 무리이므로 각 환자가 가진 동반 합병증의 종류와 특성에 맞게 운동방법을 다르게 적용할 필요가 있다. 따라서, 당뇨병의 만성 합병증을 동반한 환자에서 적절한 운동요법에 대해 알아보하고자 한다.

### 본론

#### 1. 혈관질환

제2형 당뇨병과 관상동맥질환을 동반한 심혈관질환의 중등도 위험군 또는 고위험군환자는 운동을 시작하기 앞서 심장재활프로그램의 감독 하에 운동을 시작할 것을 권장한다[2]. 당뇨병은 죽상동맥경화증을 악화시키고, 뇌혈관질환 및 말초혈관질환의 주요 위험요인이다. 급성심근경색증이 있는 일부 환자에서는 흉통이 없을 수도 있으며, 실제로 1/3 이상의 환자에서 무증상의 심근경색증이 발생할 수 있다[3]. 운동 시 상하지의 간헐적 파행(intermittent claudication)이나 통증이 동반되는 말초혈관질환 환자에서는 걷기나 자전거타기가 환자의 이동 능력과 운동 능력, 통증에 대한 역치를 높여 삶의 질을 향상시켜준다[4]. 또한 하지의 저항성운동은 걷기와 계단 오르기 능력을 향상시켜 삶의 만족도를 높여주는 효과가 있다[5]. 혈관내피세포의 기능이상은 대부분의 혈관질환의 기저 원인이며[6], 고혈당, 고인슐린혈증, 산화스트레스는 혈관내피세포의 손상을

일으켜 죽상동맥경화증을 유발한다[7]. 유산소운동 또는 저항성운동은 혈관내피세포의 기능을 향상시킬 수 있다[8].

## 2. 말초신경병증

중등도의 운동은 당뇨병성 말초신경병증의 발생을 막는데 도움이 된다[9]. 체중부하운동의 경우 급성 발 꺾임이 없는 환자에서는 중등도로 시행할 수 있으나 발의 손상이나 개방된 욕창 또는 꺾임이 있는 환자는 삼가야 한다. 모든 환자는 매일 자신의 발 상태를 확인하여 욕창이나 꺾임이 없는지 살펴야 하고, 적절한 크기의 신발을 신어야 한다. 과거에는 중증의 당뇨병성 신경병증환자의 경우 발의 꺾임 위험성을 줄이기 위해 체중부하운동은 금기였으나[10], 현재는 중등도의 걷기는 당뇨병성 신경병증환자에서 발의 꺾임 위험성이나 재발을 증가시키지 않는다고 알려졌다[11]. 고혈당은 신경독성을 유발하여 신경손상과 세포자멸사를 일으켜 결국 미세혈관 손상과 순환장애를 일으키게 된다[12]. 혈액순환장애를 동반한 신경병증성 통증과 감각소실은 발의 손상과 꺾임의 위험을 증가시킨다. 당뇨병환자의 40% 이상에서 말초신경병증을 경험하며, 하지 절단의 60% 이상은 당뇨병과 연관된다[13].

## 3. 자율신경병증

중등도의 유산소 운동은 자율신경병증이 있는 당뇨병 환자에서 자율신경계의 기능을 향상시킨다[14]. 선별검사로 심박수의 변화 등 다양한 자율신경계 검사를 시행한다. 무증상 심근경색증이 있을 수 있으므로 자율신경병증이 있는 당뇨병환자는 운동 시작 전 담당의사의 사전 검사가 있어야 하며, 필요 시 심혈관 질환의 감별을 위해 운동부하검사를 할 수 있다[15]. 자율신경병증은 당뇨병환자에서 사망률을 두 배로 올리며, 무증상 심근경색증, 기립성 저혈압, 안정 시 빈맥 등을 일으킨다[15]. 또한 자율신경병증은 운동에 대한 내성을 떨어뜨리며, 최대 심박수도 감소시킨다[16]. 약 22%의 당뇨병환자가 자율신경병증을 동반하고 있다[17]. 교감신경과 부교감신경의 기능 이상이 동시에 나타날 수 있지만, 대개 미주신경 기능 이상이 초기에 나타난다. 운동 후 심박수의 회복이 늦어질수록 사망의 위험률은 증가한다[18].

## 4. 당뇨병성 망막병증

당뇨병성 망막병증은 시력소실의 주원인이며, 뇌혈관

질환의 사망률을 증가시킨다[19]. 운동은 연령과 관련된 황반변성의 발현을 늦추는 효과가 있지만[20], 아직까지 당뇨병환자에서 이에 대한 연구는 부족한 실정이다. 증식성 혹은 비증식성 당뇨병성 망막병증 또는 황반변성이 있는 당뇨병환자는 운동프로그램 시작 전 담당 의사를 통해 면밀한 검사를 해야 한다. 고강도의 유산소 운동이나 저항성운동은 수축기혈압을 올릴 수 있으며, 안구내압이 상승할 수 있으므로 조절되지 않는 증식성 망막병증환자에서는 권하지 않고, 진동이 있거나 심하게 뛰어나오는 동작이 있는 운동도 안구내 출혈 위험성이 있어 권하지 않는다[21]. 그러나, 당뇨병성 망막병증 환자에서 중등도의 운동 후 일의 능력 향상과 같은 좋은 효과가 보고되고 있다[19].

## 5. 당뇨병성 신증

당뇨병성 신증은 약 30%의 당뇨병환자에서 나타나며 주요 사망원인 가운데 하나이다[22]. 미세알부민뇨는 당뇨병환자에서 흔하며 현증의 신증과 뇌혈관질환의 위험요인이다[23]. 혈당 및 혈압의 철저한 조절뿐만 아니라 운동요법, 식사요법을 포함한 생활습관의 개선은 미세알부민뇨의 발현을 늦출 수 있다[24]. 신장질환 환자에서 유산소운동과 저항성운동 모두 운동 중 일시적인 미세알부민뇨를 일으킬 수 있으나 신체기능과 삶의 질을 향상시킨다[25]. 특히 저항성운동은 말기 신부전환자에서 특징적인 근육기능의 악화와 일상생활 능력의 저하를 향상시키는데 도움이 된다[26]. 담당의사는 현증의 당뇨병성 신증환자에서 운동프로그램 시작 전 주의깊게 위험요인에 관한 선별검사를 시행해야 하며, 필요 시 관상동맥질환, 비정상적인 심박과 혈압 반응을 관찰하기 위해 유발검사를 시행할 수도 있다. 당뇨병성 신증환자는 유산소운동 능력과 근육 기능이 감소되어 있으므로 저강도의 운동부터 시작해야 하며, 발살바 수기(Valsalva maneuver)나 고강도의 운동은 혈압을 지나치게 올릴 수 있으므로 피해야 한다. 혈액투석 기간 동안 중등도의 운동은 혈액투석의 순응도를 향상시킬 수 있다[27].

## 요 약

유산소운동과 저항성운동은 당뇨병성 만성 합병증 환자에서 혈당 조절뿐만 아니라 삶의 질을 향상시키는데 유용하다. 당뇨병의 합병증이 있는 환자에서 대부분 운동을 권장하지만 각 합병증의 중등도에 따라 운동 수행 여부가 달라질 수 있다. 관상동맥질환의 중등도 위험군 또는 고위험군환자는 담당의사의 감독 아래 심장재활

프로그램에 맞춰 운동할 것을 권장한다. 당뇨병성 신경병증 환자에서는 급성 발 궤양이 없는 한 중증도의 체중부하운동을 권장할 수 있다. 자율신경병증 환자에서는 운동 시작 전 심혈관질환의 고위험군인지를 확인해야 한다. 조절되지 않는 증식성 당뇨병성 망막병증환자에서는 혈압을 올릴 수 있는 운동은 피해야 한다. 당뇨병성 신증환자는 운동을 시작할 때 필요 시 심혈관질환의 유무를 감별해야 하며, 심한 운동은 혈압을 지나치게 올릴 수 있으므로 삼가야 한다.

### 참고문헌

1. Cuff DJ, Meneilly GS, Martin A, Ignaszewski A, Tildesley HD, Frohlich JJ. Effective exercise modality to reduce insulin resistance in women with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2003;26:2977-82.
2. Smith SC Jr, Allen J, Blair SN, Bonow RO, Brass LM, Fonarow GC, Grundy SM, Hiratzka L, Jones D, Krumholz HM, Mosca L, Pasternak RC, Pearson T, Pfeffer MA, Taubert KA. AHA/ACC guidelines for secondary prevention for patients with coronary and other atherosclerotic vascular disease: 2006 update: endorsed by the National Heart, Lung, and Blood Institute. *Circulation* 2006;113:2363-72.
3. Fox CS, Pencina MJ, Wilson PW, Paynter NP, Vasan RS, D'Agostino RB Sr. Lifetime risk of cardiovascular disease among individuals with and without diabetes stratified by obesity status in the Framingham heart study. *Diabetes Care* 2008;31:1582-4.
4. McDermott MM, Ades P, Guralnik JM, Dyer A, Ferrucci L, Liu K, Nelson M, Lloyd-Jones D, Van Horn L, Garside D, Kibbe M, Domanchuk K, Stein JH, Liao Y, Tao H, Green D, Pearce WH, Schneider JR, McPherson D, Laing ST, McCarthy WJ, Shroff A, Criqui MH. Treadmill exercise and resistance training in patients with peripheral arterial disease with and without intermittent claudication: a randomized controlled trial. *JAMA* 2009;301:165-74.
5. Zwierska I, Walker RD, Choksy SA, Male JS, Pockley AG, Saxton JM. Upper- vs lower-limb aerobic exercise rehabilitation in patients with symptomatic peripheral arterial disease: a randomized controlled trial. *J Vasc Surg* 2005;42:1122-30.
6. Coccheri S. Approaches to prevention of cardiovascular complications and events in diabetes mellitus. *Drugs* 2007;67:997-1026.
7. Zee RY, Romero JR, Gould JL, Ricupero DA, Ridker PM. Polymorphisms in the advanced glycosylation end product-specific receptor gene and risk of incident myocardial infarction or ischemic stroke. *Stroke* 2006;37:1686-90.
8. Zoppini G, Targher G, Zamboni C, Venturi C, Cacciatori V, Moghetti P, Muggeo M. Effects of moderate-intensity exercise training on plasma biomarkers of inflammation and endothelial dysfunction in older patients with type 2 diabetes. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2006;16:543-9.
9. Balducci S, Iacobellis G, Parisi L, Di Biase N, Calandriello E, Leonetti F, Fallucca F. Exercise training can modify the natural history of diabetic peripheral neuropathy. *J Diabetes Complications* 2006;20:216-23.
10. Lemaster JW, Mueller MJ, Reiber GE, Mehr DR, Madsen RW, Conn VS. Effect of weight-bearing activity on foot ulcer incidence in people with diabetic peripheral neuropathy: feet first randomized controlled trial. *Phys Ther* 2008;88:1385-98.
11. Singleton JR, Smith AG, Russell JW, Feldman EL. Microvascular complications of impaired glucose tolerance. *Diabetes* 2003;52:2867-73.
12. Smith AG, Singleton JR. Impaired glucose tolerance and neuropathy. *Neurologist* 2008;14:23-9.
13. Narayan KM, Boyle JP, Geiss LS, Saaddine JB, Thompson TJ. Impact of recent increase in incidence on future diabetes burden: U.S., 2005-2050. *Diabetes Care* 2006;29:2114-6.
14. Figueroa A, Baynard T, Fernhall B, Carhart R, Kanaley JA. Endurance training improves post-exercise cardiac autonomic modulation in obese women with and without type 2 diabetes. *Eur J Appl Physiol* 2007;100:437-44.
15. Pagkalos M, Koutlianos N, Kouidi E, Pagkalos E, Mandroukas K, Deligiannis A. Heart rate variability modifications following exercise training in type 2 diabetic patients with definite cardiac autonomic neuropathy. *Br J Sports Med* 2008;42:47-54.
16. Vinik AI, Ziegler D. Diabetic cardiovascular autonomic neuropathy. *Circulation* 2007;115:387-97.
17. Ziegler D, Gries FA, Spuler M, Lessmann F. The epidemiology of diabetic neuropathy. *Diabetic Cardiovascular Autonomic Neuropathy Multicenter Study Group. J Diabetes Complications* 1992;6:49-57.
18. Albright A, Franz M, Hornsby G, Kriska A, Marrero D, Ullrich I, Verity LS. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and type 2 diabetes. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:1345-60.
19. Bernbaum M, Albert SG, Cohen JD. Exercise training in individuals with diabetic retinopathy and blindness. *Arch Phys Med Rehabil* 1989;70:605-11.
20. Knudtson MD, Klein R, Klein BE. Physical activity and the 15-year cumulative incidence of age-related macular degeneration: the Beaver Dam Eye Study. *Br J Ophthalmol* 2006;90:1461-3.
21. Klein R, Klein BE, Moss SE. Epidemiology of proliferative diabetic retinopathy. *Diabetes Care* 1992;15:1875-91.
22. Bo S, Ciccone G, Rosato R, Gancia R, Grassi G, Merletti F, Pagano GF. Renal damage in patients with Type 2

- diabetes: a strong predictor of mortality. *Diabet Med* 2005;22:258-65.
23. Gimeno Orna JA, Boned Juliani B, Lou Arnal LM, Castro Alonso FJ. Microalbuminuria and clinical proteinuria as the main predictive factors of cardiovascular morbidity and mortality in patients with type 2 diabetes. *Rev Clin Esp* 2003;203:526-31.
  24. Lazarevic G, Antic S, Vlahovic P, Djordjevic V, Zvezdanovic L, Stefanovic V. Effects of aerobic exercise on microalbuminuria and enzymuria in type 2 diabetic patients. *Ren Fail* 2007;29:199-205.
  25. Painter P, Carlson L, Carey S, Paul SM, Myll J. Physical functioning and health-related quality-of-life changes with exercise training in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 2000;35:482-92.
  26. Johansen KL. Exercise and chronic kidney disease: current recommendations. *Sports Med* 2005;35:485-99.
  27. Koh KP, Fassett RG, Sharman JE, Coombes JS, Williams AD. Effect of intradialytic versus home-based aerobic exercise training on physical function and vascular parameters in hemodialysis patients: a randomized pilot study. *Am J Kidney Dis* 2010;55:88-99.