

DİYABET VE EGZERSİZ

Aydın BALCI*

ÖZET

Diyabet, gerek görölme sıklığı, gerekse ciddi komplikasyonları ile önemli bir sağlık problemidir. Risk faktörleri arasında fiziksel inaktivite de bulunmaktadır. Diyabetin önlenmesinde ve tedavisinde egzersizin yararlı olduğu bilinmektedir. Egzersizin tipi ve şiddetinin glisemik kontrol üzerine etkileri hakkında çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Egzersiz programları ayrıntılı tıbbi değerlendirme sonrasında bireye özđu olarak hazırlanmalıdır. Egzersiz öncesi, sırası ve sonrasında olası akut komplikasyonların engellenmesi için uyulması gereken kurallar vardır. Düzenli egzersizin toplum sağlığı açısından önemine dikkat çekilmeli ve fiziksel aktivite desteklenmelidir. Bu derlemede diyabetin egzersizle önlenbilirliği, tedavisindeki yeri ve olası riskler güncel literatür ışığında ele alınmaktadır.

Anahtar sözcükler: Diyabet, egzersiz, glisemik kontrol, koruyucu hekimlik

SUMMARY

DIABETES AND EXERCISE

Diabetes is a crucial health problem due to its incidence and serious complications. Physical inactivity is one of the risk factors associated with it. Therapeutic exercises are beneficial in the treatment and prevention of diabetes. There are several studies about the effects of exercise type and intensity on glycemik control. The exercise programs should be prepared individually after a comprehensive medical evaluation. There are some regulations to prevent acute complications before, after and during the exercises. The importance of regular exercise for public health should be pointed out and physical activity should be urged. The present review discusses issues concerning the prevention and treatment of diabetes through exercise, and the possible risks, in view of current literature.

Key words: Diabetes, exercise, glycemik control, preventive medicine

*Yenimahalle Eğitim ve Araştırma Hastanesi Spor Hekimliđi Kliniđi, Ankara

GİRİŞ

Diyabet (DM), insülin eksikliği ya da insülin etkisindeki defektler nedeniyle organizmanın karbonhidrat, yağ ve proteinlerden yararlanamadığı, sürekli tıbbi bakım gerektiren, kronik bir metabolizma hastalığıdır (16). Diyabet hem ülkemizde, hem de dünyada sık görülen bir halk sağlığı problemidir. Dünya üzerindeki Tip 2 DM tanılı 20 yaş üstü insan sayısının 171 milyon olduğu, nüfus artış hızlarına bakılarak 2030 yılında bu sayının 366 milyon olacağı tahmin edilmektedir (44). Ülkemizde 2010 yılında yapılan TURDEP-II çalışmasında 20 yaş üstü DM oranı %13.7, prediyabetik nüfus oranı ise %28.7 olarak saptanmıştır (40).

Risk faktörleri arasında aile öyküsü, obezite, kötü beslenme alışkanlıkları, fiziksel inaktivite bulunmaktadır. Tedavisinde yaşam biçimi değişiklikleri (diyet ve fiziksel aktivite gibi), oral antidiyabetikler ve insülin kullanılmaktadır. Kontrol altına alınamamış diyabet hastalığı kronik komplikasyonlara ve ani kan şekeri yükselmelerine bağlı ölümlere neden olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı hastalığın tedavisi ve önlenmesi çok önemlidir. Bunda egzersizin önemi hakkında çalışmalar bulunmaktadır (16).

Diyabet egzersizle önenebilir mi?

Sedanter yaşam, bir başka deyişle fiziksel inaktivite tip 2 DM dahil çeşitli kronik hastalıkların risk faktörü olarak kabul edilmektedir (37). Bu durumda inaktiviteyi ortadan kaldıracak yaşam biçimi değişikliklerinin diyabet riskini azaltması beklenmekte; bu konuda çok sayıda çalışma yapılmaktadır.

Manson ve ark. (32) diyabeti bulunmayan 87253 kadın deneği değerlendirmiş; haftada en az bir kez şiddetli egzersiz yapanlarda sekiz yıllık izlem sonucunda diyabet gelişme riski %33 daha düşük bulmuşlardır (32). Başka bir çalışmada sekiz yıl izlenen 70102 deneğin fiziksel aktivite düzeyleri gruplandırılmış, en aktif grubun en sedanter gruba göre diyabete yakalanma riski %26 daha az bulunmuştur (19). Hu ve ark. (20) denekleri günlük hayatları sırasındaki aktivite düzeylerine göre üç gruba ayırmışlar; uzun süreli izlemleri sonucunda diyabet gelişim riskini, vücut kitle indekslerini karşılaştırmışlar ve fiziksel aktivitenin etkinliğini saptamışlardır. Jeon ve ark. (24) 300000 üzerinde deneğin değerlendirildiği meta-analiz çalışmasında düzenli egzersizin diyabet gelişme riskini %30 oranında azalttığını göstermişlerdir.

Glükoz toleransı bozulmuş deneklerin diyet ve egzersiz programı ile altı yıl izlendiği bir program sonucunda, yaklaşık yarısında glükoz toleransları düzelmiş, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında ise diyabet

gelişme riskleri %63 oranında azalmıştır (14). Başka bir çalışmada, glüköz intoleransı olan denekler diyet, diyet+egzersiz, egzersiz ve kontrol olmak üzere dört gruba ayrılmışlar; diyabeti önleme oranları karşılaştırıldığında en yüksek oranın %46 ile egzersiz grubunda olduğu belirlenmiştir (38). ABD’de yapılan randomize kontrollü bir çalışmada, açlık ve tokluk glüköz düzeyleri bozulmuş, ancak diyabet tanısı olmayan bireyler çalışmaya dahil edilmiştir. Bu denekler metformin kullanan, diyet ve egzersiz ile yaşam biçimi düzenlenen ve kontrol grubu olarak üç gruba ayrılmışlardır. Yaklaşık üç yıllık izlem sonucunda kontrol grubuna kıyasla diyabet gelişme riskini metformin %31, yaşam biçimi değişikliği ise %58 oranında azaltmıştır (26).

Kosaka ve ark. (27)’nin alkol kullanımının da azaltıldığı, diyet önerileri ve egzersiz programının yer aldığı yaşam biçimi değişikliklerini içeren çalışmalarında, glüköz toleransı bozuk bireylerin kontrol grubu deneklerine göre diyabet riskinin büyük oranda azaldığı saptanmıştır. Glüköz intoleransı olan bireylerin diyabet gelişim risklerini azaltmada farmakolojik ajanlar ile içinde egzersizin de yer aldığı yaşam biçimi değişikliklerinin etkinliğini karşılaştıran çalışmaların değerlendirildiği bir meta-analiz çalışmasında ise, egzersiz tedavisinin farmakolojik tedaviden önce akla gelebileceği belirlenmiştir (15). Yaşam biçimi değişikliklerinin uygulanmasının bırakılmasından sonra dahi etkisinin devam ettiğinin; bu gruplarda diyabet gelişim riskinin daha az olduğunun gösterildiği çalışmalar da bulunmaktadır (29,30).

Diyabet tedavisinde egzersizin yeri

Egzersizin diyabet gelişme riskini azaltmasının yanı sıra diyabetli hastalarda diyet ve farmakolojik tedavi ile birlikte önemli bir etmen olduğu kabul edilmektedir (3). Egzersizin diyabet tedavisindeki rolünü araştıran çalışmalar öncelikle aerobik egzersiz programları ile yapılmıştır. Yamanouchi ve ark. (45)’nin tip 2 DM tanısı olan denekler üzerinde yaptıkları çalışmada diyet ve diyet+egzersizin insülin duyarlılığı üzerindeki etkisi karşılaştırılmıştır. Günlük en az 10000 adım atması istenen egzersiz grubundaki deneklerin 6-8 hafta sonra insülin dirençlerinde belirgin azalma saptanmıştır. Mourier ve ark. (34)’nin çalışmalarında ise diyabet tanısı olan denekler kontrol ve egzersiz grupları olarak ayrılmış; sekiz hafta sonunda egzersiz grubunun maxVO₂ düzeylerinde artış, açlık kan glüközu ve HbA_{1c} düzeylerinde düşüş saptanmıştır.

Tip 2 DM tanısı olan 59 deneğin kontrol ve egzersiz gruplarına ayrıldığı bir çalışmada, egzersiz grubuna haftada üç gün 45 dk yürüme egzersizi verilmiş; dört ay sonra yapılan ölçümlerde HbA_{1c} düzeylerinin düştüğü belirlenmiştir (35). Boulé ve ark. (7) meta-analiz çalışmalarında

aerobik egzersiz programı uygulanan 12 çalışmayı değerlendirmeye almışlar; sonucunda egzersiz yapan grupların HbA_{1c} düzeylerinde belirgin bir düşüş olduğunu göstermişlerdir. Başka bir meta-analiz çalışmasına bakıldığında; egzersiz grubunun HbA_{1c} düzeylerinde ve bunun yanı sıra LDL-kolesterol düzeylerinde düşüşler saptanmıştır (25). Egzersizin tipi dışında şiddetinin etkilerinin araştırıldığı çalışmalar da yapılmıştır. Toplamda aynı kalorinin harcayan, ancak daha şiddetli egzersiz uygulayan bireylerde HbA_{1c} ve insülin direncinde daha fazla değişiklik saptanmıştır (11,36).

Egzersizin kronik hastalıklar üzerindeki etkilerini araştıran çalışmalarda yakın zamana kadar direnç egzersizleri kullanılmamıştır. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda direnç egzersizlerinin insülinin dokularda gösterdiği etki üzerinden diyabet gelişim riskinin önlenmesi ve diyabet tedavisinde kullanılabileceği fark edilmiştir (37). Direnç egzersizlerinin etkilerine yönelik ilk kontrollü çalışma Honkola ve ark. (18) tarafından yapılmış; denek grubunda egzersiz öncesi ve sonrası HbA_{1c} düzeyleri arasında anlamlı fark görülmemiş, ancak kan lipid düzeylerinde bazı değişiklikler ortaya çıkmıştır.

Eriksson ve ark. (13)'nin çalışmalarında ise denekler üç ay süreyle orta şiddetli direnç egzersiz programına alınmışlardır. Deneklerin HbA_{1c} düzeyleri azalmış, uyluk kas çevreleri ve kas kuvvetleri artmıştır. Dunstan ve ark. (12)'nin randomize kontrollü çalışmalarında denek grubunun HbA_{1c} düzeylerinde anlamlı değişiklik saptanmamakla birlikte, oral glükoz tolerans testine verdikleri insülin yanıtı azalmıştır.

Daha sonraki yıllarda yapılan iki randomize kontrollü çalışmada direnç egzersizlerinin kas kitlesini arttırdığı, vücut yağ oranını düşürdüğü, HbA_{1c} düzeylerinde anlamlı bir düşüş meydana getirdiği saptanmıştır (5,9). Bu çalışmalar direnç egzersizlerinin glisemik kontroldeki etkilerini kas glikojen depolarını arttırarak yaptıkları fikrini ortaya çıkarsa da, asıl mekanizma hala merak konusudur. Holten ve ark. (17)'nin insanda, Yaspelkis'in (46) sıçanlarda yaptıkları çalışmalar direnç egzersizlerinin kan glükoz parametrelerine etkilerinin, kas kitlesini arttırmasından çok kasın glükoz kullanımında rol alan başka faktörlerden kaynaklandığını düşündürmektedir.

Direnç egzersizlerinin etkisini araştıran iki çalışmada vücut yağ kitlesinin azaldığı ve insüline duyarlılığın arttığı saptansa da, aralarındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (21,43). Derlenen literatür bilgisi direnç egzersizlerinin glisemik kontrol sağlanmasında aerobik egzersizler gibi bir tedavi aracı olarak

kullanılabileceğini göstermekte; hatta iki tip egzersizin kombine edilebileceği fikrini ortaya çıkarmaktadır.

Aerobik egzersiz ve direnç egzersizlerinin kombine uygulandığı programların diyabet parametrelerine etkisini egzersiz yapmayan kontrol gruplarıyla karşılaştıran çalışmalar da yapılmış; bu çalışmalarla egzersiz etkinlikleri gösterilmiştir. Ancak, bu çalışmaların kombine egzersizleri başka egzersizlerle karşılaştırmamaları dikkat çekmektedir (6,31).

Sigal ve ark. (41)'nın bir çalışmasında denekler aerobik egzersiz, direnç egzersizi, kombine egzersiz ve egzersiz yapmayan kontrol grubu olmak üzere dört gruba ayrılmışlardır. Sonuçta egzersiz yapan tüm gruplarda HbA_{1c} düzeyleri anlamlı bir şekilde azalmakla birlikte, en büyük değişiklik kombine egzersiz grubunda meydana gelmiştir. Bunun yanı sıra başlangıç HbA_{1c} düzeyleri düşük olan deneklerde sadece kombine egzersizin HbA_{1c} düzeylerini değiştirdiği saptanmıştır. Kombine egzersiz yapan grubun üstünlüğünün haftalık toplam egzersiz süresi kaynaklı olabileceği fikri ortaya çıkmıştır. Bu noktadan hareketle, Church ve ark. (10) haftalık toplam egzersiz saatlerinin göz önüne alındığı bir çalışma tasarlamışlar; sonucunda HbA_{1c} düzeylerinde anlamlı değişiklik sağlayan tek programın kombine egzersiz programı olduğunu bulmuşlardır.

Diyabetli bireylerde egzersiz öncesi değerlendirmeler

Diyabetli bireylerin düzenli egzersiz programına başlamadan önce ayrıntılı bir tıbbi değerlendirmeden geçirilmeleri gerekir. Diyabetin koroner arter hastalığı, nefropati, retinopati, periferik ve otonomik nöropati gibi komplikasyonları araştırılmalı ve bu komplikasyonların varlığında uygun egzersizin düzenlenmesi sağlanmalıdır (42).

Kardiyovasküler sistem değerlendirmesi sırasında öykü, fizik muayene ve EKG'ye ek olarak egzersiz stres testi yapılmasının gerekli olup olmadığı tartışma konusudur (2). Düşük şiddette yapılacak egzersiz programları öncesinde stres testinin yapılmasının gereksiz olduğu; egzersiz şiddetinin arttığı, günlük aktivite düzeyinin üzerine çıkıldığı durumlarda ise stres testinin olası kardiyovasküler komplikasyonları önlemede yararlı olabileceği düşünülmektedir. Yaş, diyabet süresi, aile öyküsü, eşlik eden hastalık, mikrovasküler veya makrovasküler komplikasyon varlığı egzersiz stres testi endikasyonuna işaret eden parametrelerdir (2,42).

Fiziksel aktivitenin kan basıncındaki yükselme ile ilişkili olarak idrarla protein atılımını arttırdığı bilinmektedir (42). Bu nedenle, bazı araştırmacılar diyabetik nefropatisi olan bireylerin kan basıncını 200 mmHg üzerine çıkarmayacak şiddette egzersiz yapmalarını önermektedir (33).

Bunun yanı sıra aerobik ve direnç egzersizlerinin insülin duyarlılığını arttırması, kan basıncı düzenlemesi, glomerüler filtrasyon üzerine etkileri ve glisemik kontrolü iyileştirmesi nedeniyle, idrarla protein atılımını azalttığını gösteren çalışmalar vardır (1,8). Bu çalışmalar göz önüne alındığında, diyabetik nefropatili bireylerin egzersiz yapması desteklenmeli, ancak mikroalbüminüri varlığı koroner arter hastalığı risk faktörü olarak değerlendirilmeli ve egzersize katılım öncesi egzersiz stres testi yapılması önerilmelidir (42).

Egzersizin nonproliferatif diyabetik retinopatinin veya makula ödeminin ilerlemesine ya da görme üzerine etkisinin bulunduğu dair kanıt bulunmamaktadır. Ancak; ciddi nonproliferatif retinopati veya proliferatif retinopati varlığında göz içi basıncını arttırarak vitröz hemoraji ve dekolman riski oluşturdukları için, yüksek şiddetli direnç ve aerobik egzersizlerinin yapılması önerilmemektedir (4).

Fiziksel aktivitenin diyabetik nöropati gelişiminde bir risk faktörü olduğunu gösteren yayınlar olmamasına rağmen, periferik nöropatili bireylerdeki duyu kaybının ayakta cilt yaralarına ve enfeksiyonlara neden olabileceği düşünülmektedir (42). Özellikle ileri derecede periferik nöropatisi olan bireylerin olası yaralanmalarının engellenmesi için; ayağa yük bindirmeyen yüzme, bisiklet gibi egzersizler yapmaları önerilmektedir (28).

Diyabetli bireylerin egzersiz sırasında dikkat etmesi gerekenler

Egzersiz sırasında kan glükoz düzeyini güvenli bir aralıkta tutmak için başlangıç glükoz düzeyi, kullanılan insülin dozu; beslenme ve egzersizin tipi, şiddeti ve süresi gibi özelliklerin dikkate alınması gerekir (39). Egzersize başlamadan önce kan glükoz düzeyine bakılmalı ve 100-250 mg/dl aralığında olması sağlanmalıdır (42). Bu düzeylerin sağlanması için egzersizden yaklaşık iki saat önce düşük glisemik endeksli karbonhidrat alınmalıdır (23). Dehidratasyonu önlemek için egzersiz sırasında sıvı alımı sağlanmalıdır (39,42). Hipoglisemi atağı yaşanmasını önlemek için uzun süreli egzersizler sırasında aralıklarla karbonhidrat takviyesi yapılmalıdır (39,42). Egzersiz sonrasında ise karaciğer ve kas glikojen depoları ilk birkaç saatte doldurulmalıdır (23,39). Geç başlangıçlı hipoglisemi riski göz ardı edilmemelidir (22).

SONUÇ

Diyabet; gerek sıklığının hızlı bir şekilde artması, gerekse olası komplikasyonlarının ciddiyeti açısından önemli bir sağlık problemidir. Düzenli egzersizin hem diyabet gelişim riskini azalttığı, hem de tedavinin bir parçası olduğu çok sayıda çalışma ile gösterilmiştir. Bu bilgiler ışığında

diyabetli bireyler egzersiz öncesi sağlık kontrollerinden geçirilmeli, sağlık durumlarına özgü egzersiz programları hazırlanmalı ve bireylerin bu programa uyumları desteklenmelidir. Egzersiz sırasında kan glüköz düzeyindeki değişiklikler nedeniyle karşılaşılabilecek problemler ve bunların önlenmesi konusunda yapılacaklar konusunda eğitim verilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Albright AL, Mahan JD, Ward KM, Sherman WM, Roehrig KL, Kirby TE. Diabetic nephropathy in an aerobically trained rat model of diabetes. *Med Sci Sports Exerc.* 1995;27:1270-7.
2. American Diabetes Association. Physical activity/exercise and diabetes. *Diabetes Care.* 2004;27(Suppl1):S58-62.
3. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes-2015. *Diabetes Care.* 2015;38(Suppl1):S1-90.
4. Aiello LP, Wong J, Cavallerano JD, Bursell S-E, Aiello LM. Retinopathy. In: *Handbook of Exercise in Diabetes, 2nd ed.* Ruderman N, Devlin JT, Schneider SH, Kriska A, Eds. Alexandria, VA, American Diabetes Association, 2002, pp 401-13.
5. Baldi JC, Snowling N. Resistance training improves glycaemic control in obese type 2 diabetic men. *Int J Sports Med.* 2003;24:419-23.
6. Balducci S, Leonetti F, Di Mario U, Fallucca F. Is a long-term aerobic plus resistance training program feasible for and effective on metabolic profiles in type 2 diabetic patients. *Diabetes Care.* 2004;27:841-2.
7. Boulé NG, Haddad E, Kenny GP, Wells GA, Sigal RJ. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. *JAMA.* 2001;286:1218-27.
8. Castaneda C, Gordon PL, Uhlin KL, Levey AS, Kehayias JJ, Dwyer JT, et al. Resistance training to counteract the catabolism of a low-protein diet in patients with chronic renal insufficiency. A randomized, controlled trial. *Ann Int Med.* 2001;135:965-76.
9. Castaneda C, Layne JE, Munoz-Orians L, Gordon PL, Walsmith J, Foldvari M, et al. A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2002;25:2335-41.
10. Church TS, Blair SN, Cocroham S, Johannsen N, Johnson W, Kramer K, et al. Effects of aerobic and resistance training on HbA_{1c} levels in patient with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2010;304:2253-62.
11. Coker RH, Hays NP, Williams RH, Brown AD, Freeling SA, Kortebein PM, et al. Exercise-induced changes in insulin action and glycogen metabolism in elderly adults. *Med Sci Sport Exerc.* 2006;38:433-8.
12. Dunstan DW, Puddey IB, Beilin LJ, Burke V, Morton AR, Stanton KG. Effects of a short-term circuit weight training program on glycaemic control in NIDDM. *Diabetes Res Clin Pract.* 1998;40:53-61.
13. Eriksson J, Taimela S, Eriksson K, Parviainen S, Peltonen J, Kujala U. Resistance training in the treatment of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Int J Sport Med.* 1997;18:242-6.

14. Eriksson KF, Lindgärde F. Prevention of type 2 (non-insulin-dependent) diabetes mellitus by diet and physical exercise. The 6-year Malmö feasibility study. *Diabetologia*. 1991;34:891-8.
15. Gillies CL, Abrams KR, Lambert PC, Cooper NJ, Sutton AJ, Hsu RT, et al. Pharmacological and lifestyle interventions to prevent or delay type 2 diabetes in people with impaired glucose tolerance: systematic review and meta-analysis (Review). *BMJ*. 2007;334:299-302.
16. Goldman L, Ausiello D, Ünal S. *Cecil Textbook of Medicine: Türkçe* 22. baskı. Ankara, Güneş Kitabevi, 2006, pp 1424-52.
17. Holten MK, Zacho M, Gaster M, Juel C, Wojtaszewsky JF, Dela F. Strength training increases insulin-mediated glucose uptake, GLUT4 content, and insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes. *Diabetes*. 2004;53:294-305.
18. Honkola A, Forsén T, Eriksson J. Resistance training improves the metabolic profile in individuals with type 2 diabetes. *Acta Diabetol*. 1997;34:245-8.
19. Hu FB, Sigal RJ, Rich-Edwards JW, Colditz GA, Solomon CG, Willett WC, et al. Walking compared with vigorous physical activity and risk of type 2 diabetes in women. *JAMA*. 1999;282:1433-9.
20. Hu G, Lindström J, Valle TT, Eriksson JG, Jousilahti P, Silventoinen K, et al. Physical activity, body mass index, and risk of type 2 diabetes in patients with normal or impaired glucose regulation. *Arch Intern Med*. 2004;164:892-6.
21. Ibañez J, Izquierdo M, Argüelles I, Forga N, Larrión JL, García-Unciti M, et al. Twice weekly resistance training decreases abdominal fat and improves insulin sensitivity in older men with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2005;28:662-7.
22. Jensen J. Nutritional concerns in the diabetic athlete. *Curr Sports Med Rep*. 2004;3:192-7.
23. Jensen J, Leighton B. The diabetic athlete. In: *Nutrition in Sport, 1st ed*. Maughan JR, Ed. Oxford, Blackwell Science Ltd, 2000, pp 457-466.
24. Jeon CY, Lokken RP, Hu FB, van Dam RM. Physical activity of moderate intensity and risk of type 2 diabetes: a systematic review (Review). *Diabetes Care*. 2007;30:744-52.
25. Kelley GA, Kelley KS. Effects of aerobic exercise on lipids and lipoproteins in adults with type 2 diabetes a meta-analysis of randomized-controlled trials. *Public Health*. 2007;121:643-55.
26. Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, Hamman RF, Lachin JM, Walker EA, et al. Diabetes Prevention Research Group. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Eng J Med*. 2002;346:393-403.
27. Kosaka K, Noda M, Kuzuya T. Prevention of type 2 diabetes by lifestyle intervention: a Japanese trial in IGT males. *Diabetes Res Clin Pract*. 2005;67:152-62.
28. Levin ME. The diabetic foot. In: *Handbook of Exercise in Diabetes, 2nd ed*. Ruderman N, Devlin JT, Schneider SH, Kriska A, Eds. Alexandria, VA, American Diabetes Association, 2002, pp 385-99.
29. Li G, Zhang P, Wang J, Gregg EW, Yang W, Gong Q, et al. The long term effect of lifestyle interventions to prevent diabetes in the China Da Qing Diabetes Prevention Study: a 20-year follow-up study. *Lancet*. 2008;371:1783-9.

30. Lindström J, Ilanne-Parikka P, Peltonen M, Aunola S, Eriksson JG, Hemiö K, et al. Finnish Diabetes Prevention Study Group. Sustained reduction in the incidence of type 2 diabetes by lifestyle intervention: follow-up the Finnish Diabetes Prevention Study. *Lancet*. 2006;368:1673-9.
31. Maiorana A, O'Driscoll G, Cheetham C, Dembo L, Stanton K, Goodman C, et al. The effect of combined aerobic and resistance exercise training on vascular function in type 2 diabetes. *J Am Coll Cardiol*. 2001;38:860-6.
32. Manson JE, Rimm EB, Stampfer MJ, Colditz GA, Willett WC, Krolewski AS, et al. Physical activity and incidence of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. *Lancet*. 1991;338:774-8.
33. Mogensen CE. Nephropathy. In: *Handbook of Exercise in Diabetes, 2nd ed.* Ruderman N, Devlin JT, Schneider SH, Kriska A, Eds. Alexandria, VA, American Diabetes Association, 2002, pp 433-49.
34. Mourier A, Gautier JF, De Kerviler E, Bigard AX, Villette JM, Garnier JP, et al. Mobilization of visceral adipose tissue related to the improvement in insulin sensitivity in response to physical training in NIDDM. Effects of branched-chained amino acid supplements. *Diabetes Care*. 1997;20:385-91.
35. Negri C, Bacchi E, Morgante S, Soave D, Margues A, Menghini E, et al. Supervised walking groups to increase physical activity in type 2 diabetic patients. *Diabetes Care*. 2010;33:2333-5.
36. O'Donovan G, Kearney EM, Nevill AM, Woolf-May K, Bird SR. The effects of 24 weeks of moderate- or high-intensity exercise on insulin resistance. *Eur J Appl Physiol*. 2005;95:522-8.
37. O'Hagan C, De Vito G, Boreham CA. Exercise prescription in the treatment of type 2 diabetes mellitus: current practices, existing guidelines and future directions. *Sports Med*. 2013;43:39-49.
38. Pan XR, Li GW, Hu YH, Wang JX, Yang WY, An ZX, et al. Effects of diet and exercise in preventing NIDDM in people with impaired glucose tolerance. The Da Qing IGT and Diabetes Study. *Diabetes Care*. 1997;20:537-4.
39. Riddell MC, Perkins BA. Type 1 diabetes and vigorous exercise: applications of exercise physiology to patient management. *Can J Diab*. 2006;30:63-71.
40. Satman İ, Ömer B, Tütüncü Y, Kalaca S, Gedik S, Dinççağ N, et al. Twelve-years trends in the prevalence and risk factors of diabetes and prediabetes in Turkish adults. *Eur J Epidemiol*. 2013;28:169-80.
41. Sigal RJ, Kenny GP, Boulé NG, Wells GA, Prud'homme D, Fortier M, et al. Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. *Ann Intern Med*. 2007;147:357-69.
42. Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C, White RD. Physical activity/exercise and type 2 diabetes: a consensus statement from the American Diabetes Association. *Diabetes Care*. 2006;29:1433-8.
43. Virtanen KA, Iozzo P, Hällsten K, Huupponen R, Parkkola R, Janatuinen T, et al. Increased fat mass compensates for insulin resistance in abdominal obesity and type 2 diabetes: a positron-emitting tomography study. *Diabetes*. 2005;54:2720-6.
44. Wild S, Roglic G, Green A, Sicree R, King H. Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care*. 2004;27:1047-53.

45. Yamanouchi K, Shinozaki T, Chikada K, Nishikawa T, Ito K, Shimizu S, et al. Daily walking combined with diet therapy is a useful means for obese NIDDM patients not only to reduce body weight but also to improve insulin sensivity. *Diabetes Care*. 1995;18:775-8.
46. Yaspekis BB 3rd. Resistance training improves insulin signaling and action in skeletal muscle. *Exerc Sport Sci Rev*. 2006;34:42-6.

Yazışma için e-mail: aydinbalci1985@hotmail.com