

## Tip 2 Diabetes Mellitus Tedavisinde Egzersizin Yeri ve Önemi

### The Role and Significance of Exercise in the Treatment of Type 2 Diabetes Mellitus: Review

Sema CAN,<sup>a</sup>  
Gülfem ERSÖZ<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Sağlık Bakanlığı,  
Sağlığın Geliştirilmesi Genel Müdürlüğü,  
<sup>b</sup>Ankara Üniversitesi,  
Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu,  
Ankara

Geliş Tarihi/Received: 10.07.2012  
Kabul Tarihi/Accepted: 30.10.2012

Yazışma Adresi/Correspondence:  
Sema CAN  
Sağlık Bakanlığı,  
Sağlığın Geliştirilmesi Genel Müdürlüğü,  
Ankara,  
TÜRKİYE/TURKEY  
sema.can@saglik.gov.tr

**ÖZET** Gelişmiş ve gelişmekte olan toplumların günlük yaşam ve beslenme alışkanlıklarındaki hızlı değişimler, kentleşme ve hareketsizlik diyabet vakalarının %90-95'ini oluşturan Tip 2 diyabetin görülme sıklığını artırmıştır. Dünyada 2009 yılı itibari ile Tip 2 Diabetes mellitus (DM) tanısı konmuş hasta sayısı 285 milyon iken; bu sayının 2030 yılında 438 milyon olacağı öngörülmektedir. Türkiye'de ise 2010 verileri Tip 2 DM görülme sıklığının erişkin nüfus için %13,7 olduğunu göstermektedir. Bu artışın en önemli nedenleri olarak obezite ve fiziksel inaktivite gösterilmektedir. Tip 2 DM tedavisinde temel amaç kan glukozu, lipid ve kan basıncı seviyesini optimal düzeyde tutarak diyabetin kronik komplikasyonlarını önlemek veya geciktirmektir. Kan glukoz kontrolü için, egzersiz ve diyet gibi yaşam tarzı değişiklikleri primer öneme sahiptir. Egzersizin tipi, süresi, şiddeti ve sıklığı önem taşımakla birlikte, egzersiz programları amacına uygun ve bireye özgü olarak planlanmalı; dayanıklılığı, kas kuvvetini, esnekliği, koordinasyonu, fonksiyonel kapasiteyi geliştirici özellikte olmalıdır. Aerobik egzersizlerin 20-60 dk süreli, büyük kas gruplarını içeren ritmik ve dinamik özellikte (bisiklet, yürüyüş, yüzme vb.), kalp hızı yedeğinin %50-80'i şiddetinde, haftada 3-7 gün; kuvvet egzersizlerinin ise haftada 2-3 gün, bir maksimum tekrar ağırlığının %60-80'inde, 8-10 farklı hareket ile, 2-3 set ve 8-12 tekrarlı yapılması tavsiye edilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Diabetes mellitus; egzersiz

**ABSTRACT** Rapid changes in daily life styles and nutrition habits, urbanization and inactivity in developed and developing societies have increased the prevalence of Type 2 diabetes, which constitutes the 90-95% of diabetes cases. While the number of patients with Diabetes Mellitus Type 2 diagnosis was 285 million around the world in 2009, it is estimated that this number shall increase to 438 million in 2030. 2010 data of Turkey show that the prevalence of DM among adult population is 13.7%. Obesity and physical activity are considered as the most important reasons of this increase. The main goal of Type 2 DM treatment is to prevent or delay chronic complications of diabetes by keeping blood glucoses, lipid and blood pressure levels at optimal levels. Life style changes like exercise and diet have primary importance for blood glucoses control. Though the type, duration, strength and frequency of exercise are important, exercise programmes should be purpose built, designed specifically to individual, and enhance muscle strength, flexibility, coordination and functional capacity. It is recommended that aerobic exercises should take 20-60 minutes with a stress of 50-80% of the heart rate reserve, have rhythmic and dynamic drills (cycling, walking, swimming etc) and be repeated in 3-7 days a week. Power exercises should be repeated 2-3 days a week with 60-80% of 1 maximum repeat, involve 8-10 different drills with 2-3 sets and be repeated 8-12 times.

**Key Words:** Diabetes mellitus; exercise

Türkiye Klinikleri J Sports Sci 2013;5(1):29-38

Dünyadaki diyabet vakalarının %90-95'ini oluşturan Tip 2 Diabetes mellitus (DM); ciddi, hızlı ilerleyen metabolik bir hastalıktır ve ölümlerin, iş göremezliğin en önemli nedenleri arasında gösterilmektedir.

dir.<sup>1,2</sup> 2009 yılı Uluslararası Diabet Federasyonu'na göre dünyada 285 milyon Tip 2 DM hastası olduğu, 2030'da bu rakamın 438 milyona çıkacağı öngörülmektedir. Dünyada hastalığın profili hızla değiştiğinden bu durum özellikle kişi başı milli geliri düşük olan ülkeleri etkilemekte ve diyabete bağlı ölümlerin %80'inin düşük ve orta gelirli bölgelerde yaşadığı belirtilmektedir. Aynı zamanda Tip 2 DM, kanser gibi kronik hastalıkların yarattığı yükün son 10 yılda ikiye katlandığı belirtilmektedir.<sup>3</sup>

Ülkemizde Tip 2 DM görülme sıklığının Türkiye Diyabet, Hipertansiyon, Obezite ve Endokrinolojik Hastalıklar Prevelans Çalışması (TURDEP I) 1998 verilerine göre %7,2 olduğu ve diyabetli bireylerin 1/3'nin hastalığının farkında olmadığı rapor edilmiştir.<sup>4</sup> On iki yıl sonra yapılan TURDEP II araştırma sonucunda ise obezite oranının %44 artması, diyabet görülme sıklığının %90'lara çıkmasına neden olmuş ve bu oranın %13,7 olduğu belirtilmiştir.<sup>4</sup> Bu artışın özellikle kadınlarda ve kentlerde yaşayan bireylerde daha fazla olduğu ve diyabetin yaklaşık 5 yaş daha erken başladığı raporlanmıştır.<sup>4</sup> 2004 yılı Ulusal Hastalık Yüklü çalışması ise, diyabetin ulusal düzeyde ölüme neden olan ilk 10 hastalık arasında %2,2 ile 8. sırada göstermekte ve cinsiyetler arası dağılımda erkeklerde 7., kadınlarda ise 6. sırada yer aldığını belirtmektedir.<sup>5</sup>

Tip 2 DM'de, genetik olarak yatkın kişilerde yaşam tarzı ile tetiklenen insülin direnci ve zamanla azalan insülin salınımı söz konusudur ve Tip 2 DM genellikle obezite ve fiziksel inaktiviteye bağlı olarak görülmektedir.<sup>3</sup> Obezite Tip 2 DM oluşumunda en önemli çevresel etkenlerden biri olarak kabul edilmektedir.<sup>6</sup> Sağlık Bakanlığı "Sağlıklı Beslenelim Kalbimizi Koruyalım" 2004 yılı araştırma sonucuna göre obez olarak nitelendirilen bireylerde [beden kitle indeksi (BKİ)  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>] diyabet görülme sıklığı %19,3 iken, obez olmayan bireylerde (BKİ < 30 kg/m<sup>2</sup>) diyabet görülme sıklığının %13,9 olduğu ve obezite ile Tip 2 DM ilişkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirtilmiştir.<sup>7</sup> Dünya Sağlık Örgütü 2007 verilerine göre ise Tip 2 diyabetlilerin 3/4'ünden fazlasının BKİ > 24 kg/m<sup>2</sup> olduğu da görülmektedir.<sup>8</sup> Hem ulusal hem de uluslararası veriler, Tip 2 DM'nin halk sağ-

lığı sorunları arasında olduğunu, bu sorunların azaltılabilmesi için ise obezite ve Tip 2 DM'yi önlemeye yönelik programların titizlikle yürütülmesi gerektiğine dikkat çekmektedir.

## DIABETES MELLITUS SINIFLANDIRILMASI VE TANI KRİTERLERİ

Tip 2 DM, mutlak ya da göreceli olarak insülin eksikliği veya insülin direnciyle karakterize hiperglisemiye neden olan metabolik bir hastalıktır.<sup>1,9</sup> Yaşam süresi ve kalitesini olumsuz etkileyen bu metabolik hastalık Amerikan Diyabet Birliği teşhis ve sınıflandırma kriterlerine göre dört başlık altında incelenmektedir.<sup>10</sup> Tip 1 DM, pankreasın beta ( $\beta$ ) hücre hasarına bağlı olup otoimmün kaynaklı bir hastalıktır ve diyabet hastalarının %5-10'unu oluşturmaktadır.<sup>1,9</sup> Günlük enjeksiyonlarla insülin eksikliği telafi edilmelidir.<sup>3</sup> "İnsüline bağımlı olmayan diyabet" veya "erişkin diyabet" olarak da adlandırılan Tip 2 DM'nin fizyopatolojisi ise karaciğer ve kasta oluşan insülin direnci ile birlikte pankreasta insülin üretiminin gittikçe azalmasıdır.<sup>11</sup> İnsülin direncinde, hücre-reseptör defektine bağlı insülinin kullanımında ortaya çıkan sorunlar nedeniyle glukoz hücre içine absorbe edilip enerji olarak kullanılamaz ve özellikle kas ve yağ dokusu gibi periferik dokularda insülinin etkisi yetersiz kalır. İnsülin hormon yetersizliği durumunda ise, pankreas kan glukoz düzeyine yanıt olarak yeteri kadar insülin salgılayamamaktadır. İnsülin direnci genellikle Tip 2 DM teşhisi öncesinden başlayarak uzun yıllar tabloya hakim olmakta, insülin yetersizliğinde azalma ise diyabetin ileri dönemlerinde veya araya giren hastalıklar sırasında ön plana çıkmaktadır.<sup>12</sup> Gebelikte glukoz intoleransı ile tanımlanan gestasyonel diyabet ise gebeliğin 24-28. haftasında oral glukoz tolerans testi (OGTT) ile teşhis edilmektedir. Gestasyonel diyabeti olan kadınlarda 5-10 yıl içinde Tip 2 DM gelişme riski %20-50'dir. Spesifik tipler olarak bilinen cerrahi, enfeksiyon, travma, Cushing sendrom, kronik pankreatit gibi durumlara bağlı olarak ortaya çıkan diyabet ise tüm diyabetlilerin %1'ini oluşturmaktadır.<sup>1</sup>

Açlık kan glukozunun  $\geq 126$  mg/dL, günün herhangi bir zamanında rastgele alınan kan glukozu

zunun  $\geq 200$  mg/dL, 75 mg, OGTT'nin 2. saatinde bakılan kan glukozunun  $\geq 200$  mg/dL olması D M tanı kriterlerini oluşturmaktadır. Ayrıca iki-üç aylık periyotlar halinde bakılmakta olan glikolize hemoglobin (HbA1c) düzeyinin  $\geq 6,5$  mmol.l<sup>-1</sup> olması da diyabet teşhisinde önem taşımaktadır.

Erken teşhisin diyabette önem taşıdığı belirtilmekle birlikte halk arasında gizli şeker hastalığı olarak da adlandırılan kan glukoz değerinin 100-125 mg.dl<sup>-1</sup> olması durumunda pre-diyabetten, 2. saat kan glukoz değerinin 140-199 mg/dL olması durumunda ise bozulmuş glukoz toleransından (BGT) söz edilmektedir. Bu iki durum ileride Tip 2 DM'ye yakalanma riskini, kardiyovasküler hastalıklar ve kardiyak mortalite oranını da artırmaktadır.<sup>9</sup> Bununla birlikte, poliüri (sık idrara çıkmak), polidipsi (aşırı susuzluk), polifaji (çok fazla yemek yemeye rağmen kilo kaybı), iştahsızlık, halsizlik, çabuk yorulma, ağız kuruluğu, gece idrara çıkma (noktüri) gibi semptomlar, bulanık görme, tekrarlayan mantar enfeksiyonları ve kaşıntı gibi belirtiler de görülebilmektedir.<sup>12</sup>

Uzun yıllar yüksek düzeyde kan şekeriyle yaşamak retinopati, nöropati, nefropati gibi mikro ve makrovasküler komplikasyonların oluşmasına yol açmaktadır. Diyabetlilerde koroner arter hastalıkları, iskemi, arteroskleroz, hiperlipidemi ve hipertansiyon gibi hastalıkların görülme oranı da fazladır.<sup>13,14</sup> Tip 2 DM teşhisi konulan bireylerin %50'sinde komplikasyon görüldüğü, bu komplikasyonlardan korunmak için ise erken tanının şart olduğu belirtilmektedir.<sup>15</sup> Tip 2 DM gelişme nedenleri hâlâ bilinmemekle birlikte genetik ve çevresel faktörler önemli rol oynamaktadır.<sup>2</sup> Risk faktörleri Tablo 1'de verilmiştir.

Bununla birlikte hipertansiyon (kan basıncı  $\geq 140/90$  mmHg ya da hipertansiyon tedavisi), dislipidemi (HDL-kolesterol  $<35$  mg/dl ve/veya trigliserid  $>250$  mg/dl), polikistik over sendromu olan kadınlar, erken yaşta kardiyovasküler hastalık öyküsü, şizofreni öyküsü bulunan ve doymuş yağlardan zengin, posa miktarı düşük beslenme alışkanlıkları olan bireyler Tip 2 diyabet riski altındadırlar.<sup>3,6,12</sup>

**TABLO 1:** Tip 2 DM risk faktörleri.<sup>1</sup>

Yaş $\geq 40$ (fiziksel inaktivite ve obezite daha erken görülmesini sağlayabilir)
Obezite (özellikle bel çevresinin kadınlarda $\geq 88$ , erkeklerde $\geq 102$ cm olması)
Fiziksel inaktivite
Genetik
Gestasyonel diyabet öyküsü
İrk, etnik köken (Latin Amerikalılar, bazı Asya Amerika Adalılarında fazla görülür)

## TIP 2 DM YÖNETİMİ VE TEDAVİSİ

Tip 2 DM tedavisinde temel amaç, kan glukozu, lipid ve kan basıncı seviyesini optimal düzeyde tutarak diyabetin kronik komplikasyonlarını önlemek veya geciktirmektir.<sup>1,2,13</sup> Kan glukoz kontrolünde, diyet ve fiziksel aktivite gibi yaşam tarzı değişiklikleri başta gelmekle birlikte diyabet eğitimi, oral tabletler ve insülin tedavisi ile kan glukoz regülasyonu sağlanmaya çalışılmaktadır.<sup>2,13,16</sup> Yapılan araştırmalar yaşam tarzı değişikliği ile prediyabet evresindeki kişilerde diyabet görülme sıklığının %58 oranında önlenebileceğini veya diyabetin ortaya çıkmasını geciktirebileceğini göstermektedir.<sup>2,3</sup>

## TIP 2 DM TEDAVİSİNDE EGZERSİZİN ÖNEMİ

### EGZERSİZ SIRASINDA GLUKOZ METABOLİZMASI

Egzersiz sırasında plazma glukoz düzeyi sempatik sinir sistemi ve endokrin sistemin koordinasyonu ile sağlanmaktadır. Bu koordinasyonun sağlanması için egzersiz esnasında plazma glukoz düzeyi üzerine etkili dört hormon bulunmaktadır. Bunlar katekolaminler olarak da adlandırılan epinefrin ve norepinefrin, ayrıca glukogan ve kortizol hormonlarıdır. Bu hormonlar egzersizin şiddeti ve süresine bağlı olarak yüzdesel değişimler gösterebilmektedir. Egzersiz süre ve şiddetinin artması katekolaminlerin düzeyini etkiler ve glikojenolizinin (karaciğer ve kasta) artması ile glukoz düzeyi korunmaktadır. Egzersiz esnasında hepatik glukoz üretimindeki ilk artış plazmada insülin düzeyinin düşmesi ve glukagon ile sağlanırken, uzun süreli egzersizlerde ise plazma glukagonu ve katekola-

minler ile sağlanmaktadır. Egzersizin bitmesiyle toparlanmanın sağlanmasında ise glukozun kasa geçmesi plazma glukoz düzeyinde düşme meydana getirir ve glukoz regülasyonu sağlanır.<sup>2</sup>

### EGZERSİZİN ETKİ MEKANİZMASI

Son yıllarda yapılan araştırmalar, düzenli yapılan orta şiddetteki fiziksel aktivitenin sağlıklı bireyler ve diyabet riski yüksek olan kişilerde bile birçok yarar sağladığını göstermiştir.<sup>2</sup> Doğru süre ve şiddette, düzenli yapılan fiziksel aktivite insülin direncini azaltmakta ve “kas glukoz taşıyıcı proteini” adı verilen GLUT 4 artışını sağlayarak kasın glukoz alımını artırmaktadır.<sup>14</sup> Bu doğrultuda egzersizin güvenli ve etkili bir şekilde yapılması gerektiğinden egzersiz reçetesi önermeden önce bireyin tıbbi muayenesi mutlaka yapılmalı ve yaşı, diyabetin süresi, komplikasyon varlığı gibi bilgiler dikkate alınmalıdır.<sup>17</sup> Orta ve yüksek şiddette bir egzersiz programına başlamadan önce kişi mutlaka genel bir sağlık muayenesi yaptırmalı, özellikle kardiyovasküler risk açısından egzersiz stres testine tabi tutulmalıdır. Tablo 2’de egzersiz stres testi değerlendirme kriterleri görülmekle birlikte bu test hem teşhis edilmemiş iskemik kalp hastalıklarını hem de kan basıncının egzersize cevabını belirlemede önem taşımaktadır.<sup>2</sup>

Düzenli yapılan fiziksel aktivite Tip 2 DM yönetiminde ve diyabetten korunmada kas insülin direncinde akut ve kronik olmak üzere 2 çeşit değişime neden olur.<sup>18,19</sup> Akut etkiler egzersiz sonrasında 24-72 saat içerisinde kan glukozunda düşüş ve insülin salınımında artış olarak meydana gelir.<sup>20,21</sup> Kan glukozundaki düşüşün egzersizin şiddeti ve süresi ile ilgili olduğu ve benzer etkilerin egzersiz kesildikten sonraki 5.-7. güne kadar uzayabileceğini gösteren çalışmalar da bulunmaktadır.<sup>15,22,23</sup> Tip 2 DM’li kadınlarda haftada 3 gün, 6 ay süreli, orta ve yüksek şiddette yapılan aerobik egzersizlerin insülin duyarlılığında artış sağladığı ve kilo vermeyi kolaylaştırdığı belirtilmiştir.<sup>24</sup>

### EGZERSİZİN AKUT ETKİLERİ

Fiziksel aktivite Tip 2 DM’li bireylerde insüline duyarlı dokularda insülin benzeri etkisi nedeniyle

**TABLO 2:** Egzersiz stres testi uygulanması gereken durumlar.<sup>1,2</sup>

> 40 yaş
> 30 yaş olup;
> 10 yıldan Tip 1 veya Tip 2 DM varlığı
Hipertansiyon
Sigara kullanımı
Hiperlipidemi
Mikrovasküler hastalık (nefropati, retinopati) varlığı
Teşhis edilen koroner arter hastalığı veya serebrovasküler hastalık varlığı
Otonom ve periferik nöropati varlığı gibi kriterler egzersiz öncesi değerlendirmede önem taşımaktadır.

akut kan glukozunun düşürülmesinde başlıca tedavilerden biri olarak kabul edilmektedir. Yapılan çalışmalar bir seferlik akut egzersizin insülin duyarlılığı üzerinde oluşturduğu değişikliklerin birkaç gün içinde kaybolduğunu, glukoz regülasyonu üzerine herhangi bir etkisi olmadığını göstermektedir. Bu nedenle insülin direncini azaltmak için yapılan fiziksel aktivitenin düzenli olması gerekmektedir.<sup>25</sup>

Kuvvet egzersizlerinin akut etkileri üzerine yapılan çalışmalarda açlık kan glukozunun egzersizin şiddetine göre egzersizden 24 saat sonra düşebileceği kombine egzersizlerin ise diğer egzersiz tiplerine göre kan glukozunda daha fazla iyileşme sağladığı belirtilmiştir.<sup>26</sup> Yoga, “thai chi” gibi farklı süre ve şiddette kombine şekilde yapılan egzersizlerin yağ yakımını artırdığı, bazı egzersizlerin aerobik gelişimi bazı egzersizlerin ise kan glukoz regülasyonunu sağlayarak diyabet yönetimine katkı sağlayabildiği görülmüştür.<sup>27</sup>

### EGZERSİZİN KRONİK ETKİLERİ

Sağlıklı bireylerde olduğu gibi Tip 2 DM’li bireylerde de fiziksel aktivitenin fizyolojik etkiler oluşturabilmesi için düzenli ve uzun süreli yapılması gerekmektedir. Düzenli yapılan fiziksel aktivite maksimal oksijen tüketiminde ( $VO_{2max}$ ) artış, kan glukoz kontrolünde iyileşme, periferik insülin duyarlılığında artma, oral tablet veya insülin gereksiniminde azalma (insülin dozunda %20-50 azalma), kardiyovasküler risk faktörleri, vücut yağ yüzdesi

ve depresyon riskinde azalma, yaşam kalitesinde artış gibi etkiler sağlamaktadır.<sup>2,28</sup> Bu nedenle DM'nin önlenmesinde ve tedavisinde fiziksel olarak aktif bir yaşam sürmek şarttır.

### KAN GLUKOZ KONTROLÜNDE İYİLEŞME VE İNSÜLİN DİRENÇİ

Orta ve yüksek şiddette yapılması tavsiye edilen aerobik egzersizler diyabet yönetiminde ve diyabetten korunmada önem taşımaktadır. Bu nedenle aerobik egzersizlerin bir hafta yapılması durumunda bile insülin duyarlılığında artış sağladığı görülmüştür.<sup>18</sup> Orta şiddette yapılan egzersizde iskelet kaslarının insüline verdiği cevap, glikojen sentez aktivitesi ve GLUT 4 protein seviyesinde artış sağlamak ve yağ oksidasyon kapasitesini de artırmaktadır.<sup>29</sup> Aerobik egzersiz sırasında karbonhidratların kullanılması egzersizin şiddetine bağlı olmakla birlikte karbonhidratlardan sağlanan enerji kan glukozunda düşüşe neden olmaktadır.<sup>21,29</sup> Tip 2 DM'li bireylerde bu durum genel olarak düşük yağ oksidasyonu, yüksek karbonhidrat oksidasyonu olarak ortaya çıktığından kuvvet egzersizleri kan glukoz kontrolü sağlamada önemlidir.<sup>19,30,31</sup>

Tip 2 DM'li bireylerde 16 hafta süreli haftada 2 gün yapılan direnç egzersizlerinin insülin duyarlılığında %46,3 artış, kan glukozunda %7,1 azalma ve visseral yağ oranında azalma sağladığı görülmüştür.<sup>19</sup> Aynı zamanda direnç egzersizleri kas kütlelerinde artış sağlayarak kasın glukoz alımı artırmakta, yaşlanma ve kullanılmamaya bağlı oluşan iskelet kas kayıplarını da önleyebilmektedir.<sup>2,32,33</sup> Koşu bandı ve direnç egzersizlerinin uygulandığı diyabetik bireyler üzerinde yapılan başka bir çalışmada, kan glukozu, kan basıncında ve vücut ağırlığında anlamlı bir azalma olduğu belirtilmiş olmakla birlikte HbA1c değerinde görülen azalmanın direnç egzersizleri uygulayan grupta daha fazla olduğu belirtilmiştir.<sup>34</sup> Hem aerobik hem de direnç egzersizlerinin Tip 2 DM'li ve sağlıklı bireyler üzerinde kan glukoz kontrolünü sağladığı, yağ oksidasyonu ve insülin duyarlılığını artırdığı görülmektedir.<sup>2</sup>

### DISLİPİDEMİ

Tip 2 DM'li bireylerde trigliserid yüksekliği ve HDL düşüklüğü sık görülmektedir.<sup>16</sup> Lipid profillerinde

düzenli fiziksel aktivite ve kilo kaybı sağlanmasıyla iyileşme olabileceği belirtilmektedir. Bazı çalışmalar diyet ve aerobik egzersizlerin birlikte uygulanmasıyla total kolesterol ve trigliserid düzeyinde anlamlı bir azalma olduğunu göstermektedir. "Action for Health in Diabetes (AHEAD)" göre, aktif yaşama sahip kişilerde aktif olmayanlara oranla HDL lipid profilinde artış, LDL'de ise azalma görülmüştür. Bu durum yaşam tarzı, yapılan egzersizin tipi ve şiddetinin lipid profili üzerinde olumlu etkisini göstermektedir.<sup>2</sup> Yapılan başka bir çalışmada ise, total kolesterolün direnç egzersiz grubunda %13; aerobik egzersiz grubunda ise %6,1 ( $p<0,05$ ) azalma sağladığı belirtilmiştir.<sup>35</sup> Bazı çalışmalar ise egzersizlerin kan lipidleri üzerine etkilerinin karışık olduğunu, trigliserid ve HDL-C üzerinde bir değişim sağlamadığını, LDL-C seviyesinde ise çok az bir düşüş sağladığını göstermiştir. Tip 2 DM'li bireylerin diyetlerindeki doymuş yağ miktarının azaltılması ve vücut ağırlığını düşürmeye yardımcı davranış değişikliklerinin egzersizin neden olduğu lipid değişikliği miktarını etkileyebileceği belirtilmiştir.<sup>25</sup> Bununla birlikte fiziksel aktivite ve kilo kaybının birlikte olmasının lipid profilleri üzerinde aerobik egzersizden daha fazla etkili olabileceği belirtilmiştir.<sup>2</sup>

### HİPERTANSİYON

Tip 2 DM'lilerin %60'ından fazlasında görülen diğer bir kardiyovasküler hastalık risk faktörü hipertansiyondur ve orta şiddetli egzersiz programlarının akut ve kronik kan basıncının azalmasında etkili olduğu belirtilmektedir.<sup>25,36</sup> Yapılan aerobik egzersizler sistolik kan basıncında 4-8 mmHg düşüş gösterirken, diyastolik kan basıncında ise bu egzersizlerin daha az bir düşme sağladığı belirtilmiştir.<sup>2</sup> Sekiz hafta direnç ve aerobik egzersiz programlarının uygulandığı araştırma sonunda kan basıncının her iki grupta anlamlı olarak azaldığı, direnç egzersiz grubunda azalma %8,6 iken; aerobik egzersiz grubunda bu azalmanın %2,7 olduğu belirtilmiştir.<sup>35</sup>

### KARDİOVASKÜLER HASTALIK RİSKİ VE MORTALİTE

Tip 2 DM'lerde kardiyovasküler hastalık riskinin 2-4 kat arttığı ve düzenli fiziksel aktivitenin en çok bilinen faydalarından birinin bu risk faktörlerini

azalttığı bildirilmektedir.<sup>2,25</sup> Kardiyovasküler hastalık tanısı almış egzersiz yapan ve yapmayan hastaların karşılaştırıldığı çalışmalarda egzersiz yapmayanların yapanlara oranla ölüm riskinin 1,7-6,6 kat daha fazla olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle tavsiye edilen optimal egzersiz haftada en az 150 dakika jogging şeklinde yapılan aerobik egzersizdir. Balducci ve ark. tarafından Tip 2 diyabetiklere aerobik, direnç ve kombine egzersizler iki hafta süresince uygulanmış ve araştırma sonucunda bu egzersizlerin HDL-C'de artış, kan basıncında iyileşme ve kilo kontrolü sağlayarak kardiyovasküler risk faktörlerinde azalma sağladığı belirtilmiştir.<sup>2,37</sup>

### KİLO KAYBI VE KORUNMASI

Tek başına obezite, Tip 2 DM'nin en önemli belirleyicisidir ve özellikle bel çevresinde artış insülin direncini artırmaktadır. Amerika'da yapılan bir çalışmanın sonuçları; kişinin vücut ağırlığına ilave her bir kilonun diyabet gelişim riskini %4,5-9 oranında artırmakta olduğunu belirtmektedir.<sup>38</sup> Egzersiz, diyet ve davranış değişikliği kombinasyonunun birlikte uygulanması kilo kontrolü ve metabolik hedeflere ulaşma açısından önemlidir. Yapılan çalışmalar günde 60 dk yapılan egzersizin vücut ağırlığı üzerinde olumlu etki yarattığını ve %5-10 ağırlık kaybının ise metabolik kontrolün iyileşmesinde önemli rolü olduğunu göstermektedir.<sup>6,39</sup>

### PSİKOLOJİK ETKİLERİ

Düzenli yapılan fiziksel aktivite Tip 2 DM'lilerin psikolojisi üzerinde olumlu etki sağlayarak yaşam kalitesini artırmaktadır.<sup>25</sup> Kilo vermeleriyle birlikte kendine güven, kendini iyi hissetme duygusunun geliştiği, diyabet yönetiminde daha başarılı oldukları, hasta olmama veya olduğunda daha çabuk iyileşme gibi etkilerinin olduğu belirtilmiştir. Haftada 175 dakika orta şiddetli egzersiz programının incelendiği AHEAD çalışmasına göre 12 ay sonunda %7'den fazla kilo kaybının bireylerin yaşam kalitesinde iyileşme sağladığı ve depresyon semptomlarını azalttığı görülmüştür.<sup>40</sup> Son yapılan araştırmalar, psikolojik iyi olma halinin egzersizle ilişkili kronik hastalıklara yakalanma riskini de önemli oranda azalttığı yönündedir.<sup>2</sup>

## TIP 2 DM'Lİ BİREYLER İÇİN FİZİKSEL AKTİVİTE TAVSİYELERİ

Öncelikle sevilen bir egzersiz tercih edilmeli ve bireyin yaşam tarzına uygun egzersiz programları düzenlenerek süreklilik sağlanmalıdır. Bireye özgü ve amacına uygun düzenlenen programlar dayanıklılığı, kas kuvvetini, esnekliği, koordinasyonu ve fonksiyonel kapasiteyi artırmalıdır. Egzersizin şiddeti, sıklığı ve süresi iyi ayarlanarak sakatlanma riski en aza indirilmeli, 5-10 dk ısınma ve esneklik egzersizleri ile başlanmalı, 20-30 dk asıl egzersiz dönemi ve 5-10 dk soğuma periyotlarını kapsamalıdır.<sup>41</sup> Düz bir zeminde yapılan yürüyüşün iyi bir ısınma ve soğuma aktivitesi olduğu belirtilmiştir.<sup>25</sup>

### AEROBİK EGZERSİZLER

**Egzersiz tipi:** Büyük kas gruplarının katıldığı ritmik, dinamik özellikte (yürüyüş, bisiklet, jogging, dans, yüzme gibi) egzersizler önerilmektedir. Özellikle yürüyüş sakatlanma riskinin en az olduğu ve en çok tercih edilen egzersiz tipidir.<sup>2</sup>

**Egzersiz sıklığı:** İnsülin duyarlılığında artış sağlaması için aerobik egzersizlerin genel olarak haftada 2 veya 3 günde bir yapılması gerektiği, insülin fonksiyonları üzerinde egzersizin geçici etkisi olduğundan dolayı iki gün üst üste yapılmaması gerektiği belirtilmiştir.<sup>22</sup> Amerikan Spor Hekimleri Birliği (ACSM)'ne göre haftada 3-7 gün, orta şiddette egzersiz yapılması tavsiye edilmektedir.<sup>9</sup>

**Egzersiz şiddeti:** ACSM'e göre, Tip 2 DM'li kişiler için aerobik egzersizlerin kalp hızı yedeğinin %50-80 şiddetinde veya "ratings of perceived exertion (RPE)" skalasına göre 12-16 arasında yapılması önerilmektedir.<sup>9</sup> Uzun süreli diyabet veya komplikasyon varlığında düşük şiddette ( $VO_{2maks}$  %40-70) aktiviteler tavsiye edilebilmektedir. Tip 2 DM'li bireylerin çoğu düşük orta yoğunlukta yapılan fiziksel aktiviteden de fayda sağlayabilmektedirler.<sup>1</sup> Fakat düşük şiddette yapılan egzersizlerin (< %50  $VO_{2maks}$ ) kalp-solunum sistemi dayanıklılığında iyileşme sağlamak için yeterli olmadığı belirtilmiştir.<sup>25</sup>

Tip 2 DM'li olan bireylerde fiziksel aktivite şiddetinin ayarlanması ve takibi için kalp atım hızı ile egzersiz şiddeti iki şekilde belirlenebilmektedir.

1. Kalp atım hızı yedeği (Karvonen yöntemi): %50-80.

2. Maksimal kalp atım hızı: %60-90.

1. Kalp atım hızı (KAH) yedeği= [(egzersiz şiddeti %50-80x(KAH<sub>max</sub>-KAH<sub>istirahat</sub>)]+KAH<sub>istirahat</sub> formülünden elde edilmektedir.

KAH'ın kullanıldığı her iki yöntemde de öncelikle maksimal KAH'ın tespit edilmesi gerekmektedir. Maksimal KAH "220-yaş" formülü ile tahmin edilmektedir ya da maksimal bir egzersiz testi ile ölçülmektedir. Örneğin; 40 yaşındaki bir erkek bireyin egzersiz esnasında olması gereken KAH aralığı şu şekilde hesaplanmaktadır.<sup>25</sup>

Tahmini maksimal KAH=220-40=180'dir.

Kalp atım hızı yedeği (Karvonen yöntemi): %50-80.

İstirahat KAH: 70

Egzersiz KAH= [(0,50-0,80x(180-70)]+KAH<sub>istirahat</sub>  
=125-158 atım/dk arasında olmalıdır.

2. Maksimal kalp atım hızı: %60-90

Hedef egzersiz KAH: 220-40=180

= 180x0,60-0,90

=108-162 atım/dk arasında olmalıdır.

Otonomik nöropati gelişen hastalarda KAH yöntemlerinin yerine Borg skalası veya RPE olarak bilinen kişisel ölçeklerin kullanılması önerilmektedir.<sup>1</sup> Bu ölçek 6-20 arasındaki rakamlardan oluşmakta ve bireyin egzersizin şiddeti ile ilgili algılarını rakamlarla ifade etmek için kullanılmaktadır.<sup>25</sup>

## EGZERSİZ SÜRESİ

Tip 2 DM olan bireylerde egzersizlerin düşük şiddetten yüksek şiddete doğru yapılması ve egzersiz şiddetinin iyi ayarlanması gerekmektedir. Özellikle yaralanma riskini en aza indirmek ve mevcut komplikasyonların varlığına göre hareket etmek temel amaçtır.<sup>42</sup> Yapılan çalışmalar Tip 2 DM'li kişilerde haftada 150 dakika veya haftada 5 gün 30 dakika süreli yapılan orta şiddette ve şiddetli egzersizlerin morbidite ve mortalite oranında azalma sağladığını belirtmektedir. Egzersiz programlarının haftada 150 dakika orta şiddette (5 gün x 30 dakika); 60 dakika (3 gün x 20 dakika) yüksek şiddette veya 150 dakika egzersizin 75 dakikasının yüksek şid-

dette olması gerektiği bildirilmiştir.<sup>2,13</sup> Yapılan bir araştırmaya göre giderek artan yüklenme metodu ile yapılan direnç egzersizlerinin %46,3 insülin düzeyinde artış, %7,1 açlık kan şekerinde ve yağ oksidasyonunda anlamlı azalma sağladığı belirtilmiştir.<sup>19</sup> Bu nedenle yapılan son çalışmalar aerobik egzersiz programlarına mutlaka kuvvet egzersizlerinin de ilave edilmesi gerektiği yönündedir.

## KUVVET EGZERSİZLERİ

Kuvvet kazanımı için büyük kas gruplarına yönelik serbest ağırlıklar veya elastik bantlar kullanılabilir. Birlikte, egzersizlerin haftada en az 2-3 kez, egzersiz kontrendikasyonu (retinopati ve lazer tedavisi) yoksa orta şiddette 1 maksimum tekrar (MT) %50'sinde, yüksek seviyeli egzersiz şiddetinin ise 1 MT %75-80'inde kontrollü şekilde yapılması tavsiye edilmektedir.<sup>30-32,43</sup> ACSM'ye göre; ilk 4-6 aylık sürede egzersizlerin düşük direnç, fazla sayıda tekrardan oluşması, yüksek direnç egzersizlerinin ise daha çok diyabeti kontrol altında olan bireylerde yapılması önerilmektedir.<sup>1</sup> Optimal kuvvet kazanımı için her egzersiz en az 5-10 hareket çeşidi ve 8-12 tekrardan oluşmalı, sakatlık riskini en aza indirmek için sıklık, şiddet ve süre yavaş yavaş arttırılmalıdır.<sup>43</sup> Ayrıca kas kuvvetini artırmanın, birçok bireyin merdiven çıkma ve yürüme gibi aktivitelerini yerine getirebilme kapasitelerinde de iyileşme sağladığı yönündedir.<sup>36</sup>

## ESNEKLİK VE DENGELİ EGZERSİZLERİ

Esneklik ve denge egzersizleri, fiziksel aktivite programına ek olarak sakatlık riskinin en aza indirilmesi için önemlidir. Özellikle yaşlı kişilerde düşmeye bağlı oluşan yaralanmalara karşı eklemlerde hareketliliğin sağlanması için kuvvet egzersizleri ile birlikte yapılması tavsiye edilmektedir.<sup>2,13</sup> Ayrıca, egzersiz şeklinde olmayan fiziksel aktivitenin faydalarının incelendiği 26 çalışmanın sonucu pedometre kullanımının fiziksel aktivite yapma oranını %26,9 artırdığı ve fiziksel aktivitenin belirleyicisinin sağlıklı bireylerde günlük "10 000 adım" atmak olduğu belirtilmiştir.<sup>44</sup>

## EGZERSİZ PROGRAMI İÇİN ÖNERİLER

Diyabetik hastalarda egzersiz programından beklenen faydayı görebilmek için; bir egzersiz reçe-

tesisi uygulamadan önce hastanın medikal tedavisi (kısa, orta, uzun etkili insülin dozu, oral tablet kullanım durumu), ikincil tedavi kullanım durumu ve diyabet komplikasyonlarının varlığı mutlaka dikkate alınmalıdır.<sup>1,13</sup>

- Egzersiz esnasında bireyin yanında kan glukoz düzeyini hızla yükseltebilecek karbonhidrat kaynakları (glukoz tabletleri, şeker, meyve suyu) bulunmalı, özellikle insülinin pik yaptığı zamanlarda egzersiz yapmaktan kaçınılmalıdır.

- Bir saatlik bir egzersiz öncesi ve sonrası 15 g şiddetli ve uzun süreli egzersizlerde ise 15-30 g arası ilave karbonhidrat alınmalıdır.<sup>1</sup>

- Egzersiz öncesi insülin dozunda düzenleme yapılarak egzersiz süresinin uzayan her bir saati için insülin dozu %10 azaltılmalıdır.<sup>13</sup>

- Açlık, titreme, terleme, dudakta ve dilde karıncalanma, konsantrasyon kaybı, taşikardi gibi belirtiler egzersizle ilişkili hipoglisemi belirtileridir. Böyle durumlarda egzersiz hemen bırakılmalı ve karbonhidratlı besinler alınmalıdır. Hipoglisemi riskini önlemek için egzersizde kullanılacak kas grubuna insülin yapmaktan kaçınılmalı ve insülin abdominal bölgeye uygulanmalı.<sup>1,13</sup>

- Partner ile birlikte egzersiz yapılmalı.

- Hiperglisemide poliüriden dolayı dehidratasyon ve sıvı replasmanı yapılmalı.

- Sıcak ve soğuk çevre değişkenleri açısından (nöropati) gerekli tedbirler alınmalı.<sup>9,13</sup>

- Baş dönmesi, göğüs ağrısı, beklenmedik ve ciddi nefes darlığı, bulantı, aşırı yorgunluk var ise egzersiz bırakılmalı ve sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.

- Bireysel gereksinimler, sınırlamalar ve kişisel performansa göre egzersiz programları bireye özgü düzenlenmelidir.<sup>12</sup>

- Egzersiz öncesi ve sonrası kan glukozu <100 mg/dL'den az ise ilave 20-30 g karbonhidrat alınmalı.<sup>9</sup>

- Diyabetik ayak ve nefropati gelişmiş olan hastalar için uygun egzersiz programları düzenlenmeli.<sup>1,9,13</sup>

- Egzersizin çok aç karnına veya yemekten hemen sonra yapılması önerilmemektedir. Günün hangi saatinde yapılacak egzersizin daha uygun olacağı konusunda farklı görüşler vardır. Bu konuda

bireyin koşulları belirleyici olmakla beraber, egzersizin yemekten 1-2 saat sonra yapılması tavsiye edilmektedir.<sup>12,25</sup>

- Hipoglisemi açısından gece yatmadan önce egzersiz yapılmamalıdır.<sup>1,9,13</sup>

## EGZERSİZ KONTRENDİKASYONLARI

- Kan glukoz düzeyi  $\geq 250$  mg/dL olması hiperglisemi olarak bilinen kan glukozunun yükselmesi durumudur ve egzersiz yapılması ketozisi artıracığından egzersiz ertelenmelidir.

- Kan glukoz düzeyi  $\leq 70$  mg/dL olduğu durumlarda hipoglisemi riskinden dolayı egzersiz ertelenmeli.

- Retinopati (Retinal kanamalar) varlığı ve lazer tedavisi geçirmiş olanlar ve

- Enfeksiyon varlığı durumunda egzersiz yapmanın sakıncalı olabileceği belirtilmiştir.

## EGZERSİZLE İLİŞKİLİ KOMPLİKASYONLARI EN AZA İNDİRMEK BİR DİZİ TEDBİR ALMAYI DA BERABERİNDE GETİRMEKTEDİR

- Egzersiz esnasında meyve suyu gibi ilave karbonhidrat ve şeker ölçüm cihazı bulundurulmalı.<sup>1</sup>

- Egzersiz öncesi, sırası ve sonrasında yeterli sıvı tüketilmeli.<sup>25</sup>

- Egzersiz öncesi ve sonrası ayak bakımı ve kontrolü mutlaka yapılmalı (uygun ayakkabı, pamuklu çorap giyilmesi gibi)

- Diyabet tanıtım kartı taşınmalı.<sup>1</sup>

## SONUÇ

Dünyada ve ülkemizde artan obezite nedeniyle diyabet vakalarının %90-95'ini oluşturan Tip 2 diyabetin önlenmesi ve kontrol altına alınması önem arz etmektedir. Tip 2 DM ile mücadelede en önemli yaklaşım; diyabet eğitimi ile birlikte uygun diyet ve düzenli fiziksel aktivitenin yer aldığı kaliteli bir yaşam sürmektir. Yapılan araştırmalar, hem aerobik hem de kuvvet egzersizlerinin prediyabet, insülin direnci, gebelik diyabeti ve diyabetle ilişkili komplikasyonların önlenmesi ve tedavisinde büyük rol oynadığını göstermiştir. İstenilen amaca

ulaşmak için ise egzersiz reçetelerinin kişiye özel düzenlenmesi, sakatlığın minimumda tutulması ve kardiovasküler riskleri önlemek için uzman desteği ile yapılması tavsiye edilmektedir.

## EGZERSİZ PROGRAMLARI

**Egzersizin Tipi:** Büyük kas gruplarını içeren ritmik ve dinamik (yürüyüş, yüzme, bisiklet vb.) özellikle aerobik egzersizler, kuvvet, esneklik ve denge egzersizleri.

**Egzersiz şiddeti:** Aerobik egzersizlerin kalp hızı yedeğinin %50-80'i şiddetinde yapılması önerilirken; kuvvet egzersizlerinin 1 MT'in %60-80'inde, 8-10 farklı hareket çeşidi ile, 2-3 set ve 8-12 tekrarlı yapılması.

**Egzersizin sıklığı:** 3-7 gün/hafta aerobik özellikle; kuvvet egzersizleri ise 2-3 gün/hafta

**Egzersiz süresi:** 20-60 dakika/gün süreklilik sağlayabilen aerobik egzersizler.<sup>9</sup>

## KAYNAKLAR

- American College of Sports Medicine. Diabetes. Durstine JL, Moore GE, Painter PL, Roberts SO. ACSM's Exercise Management for Persons with Chronic Diseases and Disabilities. 3<sup>rd</sup> ed. Illinois: Human Kinetics; 2009. p.182-91.
- American College of Sports Medicine and American Diabetes Association. Exercise and type 2 diabetes. Medicine & Science in Sports & Exercise. Indianapolis: American College of Sports Medicine; 2010. p.2282-303.
- T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü. [Introduction]. Türkiye Diyabeti Önleme Kontrol Programı Eylem Planı (2011-2014). Yayın No: 816. Ankara: Anıl Matbaa; 2011. p.1-24.
- Abacı A. [The current status of cardiovascular risk factors in Turkey]. Arch Turk Soc Cardiol 2011;39(Suppl 4):1-5.
- T.C. Sağlık Bakanlığı. [Mortality in Turkey 2004]. Ünüvar N, Mollahaliloğlu S, Yardım N, editörler. Türkiye Hastalık Yükü Çalışması. Yayın No: 701. 1. Baskı. Ankara: Aydoğdu Ofset Matbaacılık; 2004. p.4-8.
- T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü. [Obesity and Type 2 diabetes]. Yıldız E, editör. Obezite ve Tip 2 Diyabet. Yayın No:729. Ankara: Klasmat Matbaacılık; 2008. p.7-11.
- T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Gıda Güvenliği Daire Başkanlığı Toplum Beslenmesi Şubesi. [Evaluation of Risk Factors]. Erel C, Uğurlu M, Aydınlı F, Kesici C, Çakır B, Özoğlu F ve ark., editörler. "Sağlıklı Beslenelim, Kalbimizi Korumayalım" Projesi Araştırma Raporu. 1. Baskı. Ankara: Gürler Matbaası; 2004. p.32-47.
- WHO Europe. Current prevalence and trends of overweight and obesity. In: Branca F, Nikogosian H, Lobstein T, eds. The Challenge of Obesity in the WHO European Region and The Strategies For Response. 1<sup>st</sup> ed. Copenhagen: WHO; 2007. p.1-59.
- American College of Sports Medicine. Diabetes Mellitus. In: Thompson WR, Gordon NF, Pescatello LS, eds. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 8<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins; 2009. p.232-7.
- American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes. Diabetes Care 2009;32(Suppl 1):S13-61.
- Aktunç E, Ünalacak M, Demircan N. [Pathophysiology and rational treatment approach to Type 2 diabetes]. Sted 2002;11(9):334-6.
- Satman İ, İmamoğlu Ş, Yılmaz C, Akalın S. [Glycemic Disorders]. TEMD Diabetes Mellitus ve Komplikasyonlarının Tanı, Tedavi ve İzlem Kılavuzu. 5. Baskı. Ankara: Bayt Bilimsel Araştırmalar Basın Yayın Tanıtım; 2011. p.15-66.
- American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes-2010. Diabetes Care 2010;33(Suppl 1):S11-61.
- Kasım Ö, Metin G. [Exercise in chronic diseases]. Klinik Gelişim Dergisi 2009;22(1):44-9.
- Horton ES. Diabetes Mellitus. Frontera WR, Slovik DM, Dawson MD. Exercise in Rehabilitation Medicine. 2<sup>nd</sup> ed. Illinois: Human Kinetics; 2006. p.144-56.
- Eray E, Balci MK. [Treatment of Type 2 diabetes]. Dahili Tıp Bilimleri Dergisi 2005;12(2):66-71.
- Şahin G. [Aging and exercise]. Türkiye Klinikleri J Int Med Sci 2005;1(27):76-80.
- Winnick JJ, Sherman WM, Habash DL, Stout MB, Failla ML, Belury MA, et al. Short-term aerobic exercise training in obese humans with type 2 diabetes mellitus improves whole-body insulin sensitivity through gains in peripheral, not hepatic insulin sensitivity. J Clin Endocrinol Metab 2008;93(3):771-8.
- Ibañez J, Izquierdo M, Argüelles I, Forga L, Larrion JL, Garcia-Unciti M, et al. Twice-weekly progressive resistance training decreases abdominal fat and improves insulin sensitivity in older men with type 2 diabetes. Diabetes Care 2005;28(3):662-7.
- O'Gorman DJ, Karlsson HK, McQuaid S, Yousif O, Rahman Y, Gasparro D, et al. Exercise training increases insulin-stimulated glucose disposal and GLUT4 (SLC2A4) protein content in patients with type 2 diabetes. Diabetologia 2006;49(12):2983-92.
- Galbo H, Tobin L, van Loon LJ. Responses to acute exercise in type 2 diabetes, with an emphasis on metabolism and interaction with oral hypoglycemic agents and food intake. Appl Physiol Nutr Metab 2007;32(3):567-75.
- Boulé NG, Weisnagel SJ, Lakka TA, Tremblay A, Bergman RN, Rankinen T, et al. Effects of exercise training on glucose homeostasis: the HERITAGE Family Study. Diabetes Care 2005;28(1):108-14.
- 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(6):357-69.
- Johnson NA, Sachinwalla T, Walton DW, Smith K, Armstrong A, Thompson MW, et al. Aerobic exercise training reduces hepatic and visceral lipids in obese individuals without weight loss. Hepatology 2009;50(4):1105-12.
- Koz M, Ersöz G. [Type 2 diabetes mellitus and exercise]. Klinik Bilimler&Doktor 2002;8(6):701-8.
- Black LE, Swan PD, Alvar BA. Effects of intensity and volume on insulin sensitivity during acute bouts of resistance training. J Strength Cond Res 2010;24(4):1109-16.
- Innes KE, Vincent HK. The influence of yoga-based programs on risk profiles in adults with type 2 diabetes mellitus: a systematic review. Evid Based Complement Alternat Med 2007;4(4):469-86.

28. 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(9626):1783-9.
29. Ramachandran A, Snehalatha C, Mary S, Mukesh B, Bhaskar AD, Vijay V; Indian Diabetes Prevention Programme (IDPP). The Indian Diabetes Prevention Programme shows that lifestyle modification and metformin prevent type 2 diabetes in Asian Indian subjects with impaired glucose tolerance (IDPP-1). *Diabetologia* 2006;49(2):289-97.
30. Dunstan DW, Daly RM, Owen N, Jolley D, De Courten M, Shaw J, et al. High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2002;25(10):1729-36.
31. Snowling NJ, Hopkins WG. Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: a meta-analysis. *Diabetes Care* 2006;29(11):2518-27.
32. Willey KA, Singh MA. Battling insulin resistance in elderly obese people with type 2 diabetes: bring on the heavy weights. *Diabetes Care* 2003;26(5):1580-8.
33. 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(12):2335-41.
34. Bweir S, Al-Jarrah M, Almalaty AM, Maayah M, Smirnova IV, Novikova L, et al. Resistance exercise training lowers HbA1c more than aerobic training in adults with type 2 diabetes. *Diabetol Metab Syndr* 2009;1:27. doi: 10.1186/1758-5996-1-27.
35. Arora E, Shenoy S, Sandhu JS. Effects of resistance training on metabolic profile of adults with type 2 diabetes. *Indian J Med Res* 2009;129(5):515-9.
36. Kayihan G, Ersöz G. [Hypertension and exercise]. *Spormetre* 2009;VII(3):93-101.
37. Balducci S, Zanuso S, Nicolucci A, De Feo P, Cavallo S, Cardelli P, et al. Effect of an intensive exercise intervention strategy on modifiable cardiovascular risk factors in subjects with type 2 diabetes mellitus: a randomized controlled trial: the Italian Diabetes and Exercise Study (IDES). *Arch Intern Med* 2010; 170(20):1794-803.
38. Mokdad AH, Ford ES, Bowman BA, Nelson DE, Engelgau MM, Vinicor F, et al. Diabetes trends in the U.S.: 1990-1998. *Diabetes Care* 2000;23(9):1278-83.
39. International Agency for Research on Cancer World Health Organization. Preventing weight gain and promoting physical activity. In: Vainio H, Bianchini F, eds. *IARC Handbooks of Cancer Prevention, Weight Control and Physical Activity*. Lyons: IARC Press; 2002. p.41-51.
40. Williamson DA, Rejeski J, Lang W, Van Dorsten B, Fabricatore AN, Toledo K; Look AHEAD Research Group. Impact of a weight management program on health-related quality of life in overweight adults with type 2 diabetes. *Arch Intern Med* 2009;169(2):163-71.
41. American College of Sports Medicine, Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41(7):1510-30.
42. Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, Manore MM, Rankin JW, Smith BK; American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41(2):459-71.
43. 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(6):1433-8.
44. Bravata DM, Smith-Spangler C, Sundaram V, Gienger AL, Lin N, Lewis R, et al. Using pedometers to increase physical activity and improve health: a systematic review. *JAMA* 2007;298(19):2296-304.