

## Diabetes Mellitus Tip 2 ve Egzersiz

Nilay ERGEN<sup>1</sup>

### Öz

Egzersiz, metabolizma üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Vücudun egzersiz tarafından uyarılan değişikliklere adapte olması, kas kasılması ve fizyolojik fonksiyonlar için gerekli enerjisinin sağlanabilmesinin temelidir. Egzersizin yoğunluğuna ve süresine bağlı olarak, enerji elde etmek ve homeostatik kontrol için farklı mekanizmalar devreye girer. Akut egzersiz sırasında ortaya çıkan akut değişiklikleri ayırt etmek mümkündür. Düzenli egzersiz ise, kronik adaptasyonlarla egzersiz kapasitesini artırabilir ve Tip 2 diyabetik hastalarda enerji metabolizmasını etkileyebilir. Düzenli egzersiz antrenmanları, iskelet kasi insülin hassasiyetini artırabilir ve Tip 2 diyabetin önlenmesinde ve tedavisinde önemli bir araç olarak kabul edilir. Bu derleme, haftada en az 150 dk veya daha fazla, orta-şiddetli egzersiz yapması gereken Tip 2 diyabetik yetişkin hastalara odaklanmıştır. Egzersizler haftada en az 3 gün, 2 ardışık gün ara vermeyecek şekilde uygulanmalıdır. Yüksek şiddette veya aralıklı antrenman süreleri (minimum 75 dk/hafta) daha genç ve fiziksel olarak uygun bireyler için yeterli olabilir. Diyabetik hasta, arka arkaya olmayan günlerde 2-3 seans/hafta direnç egzersizine katılmalıdır. Diyabetli yaşlı yetişkinler için esneklik eğitimi ve denge eğitimi 2-3 kez/hafta önerilir. Esnekliği, kas gücünü ve dengeyi artırmak için bireysel tercihlere göre yoga ve tai chi eklenebilir. Ayrıca diyabetin uzun dönem komplikasyonlarının varlığında egzersiz reçete edilmesi konusunda da önerilerde bulunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Diabetes Mellitus Tip 2, düzenli egzersiz, egzersiz reçetelendirilmesi

### Diabetes Mellitus Type 2 and Exercise

#### Abstract

Exercise has a powerful impact on metabolism. Adaptation of the body to the changes that are induced by exercise is fundamental to be able to provide the energy required for muscle contraction and physiological functions of vital tissues. Depending on the intensity and duration of the exercise, different mechanisms are called on to make energy available and under homeostatic control. We can distinguish acute changes induced by an acute exercise session. Regular exercise may induce chronic adaptations, improving exercise capacity and affecting energy metabolism in Type 2 diabetic patients. Exercise training may improve muscle insulin sensitivity and is considered a key tool in the prevention and treatment of type 2 diabetes. This review focuses on the adult patients with type 2 diabetes who should engage in 150 minutes or more of moderate-to-vigorous intensity physical activity per week, spread over at least 3 days/week, with no more than 2 consecutive days without activity. Shorter durations (minimum 75 min/week) of vigorous-intensity or interval training may be sufficient for younger and more physically fit individuals. Adults with diabetes should engage in 2–3 sessions/week of resistance exercise on nonconsecutive days. Flexibility training and balance training are recommended 2–3 times/week for older adults with diabetes. Yoga and tai chi may be included based on individual preferences to e flexibility, muscular strength and balance. Suggestions were also made for prescribing exercise for complications in the presence of specific long-term complications of diabetes.

**Keywords:** Diabetes Mellitus Type 2, regular exercise, prescribing exercise

<sup>1</sup>Dr. Nilay ERGEN, İstanbul Aydın Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji AD.

Yazışma Adresi: İstanbul Aydın Üniversitesi, Beşyol Mahallesi İnönü Cad. No: 38, 34295 Küçükçekmece/İstanbul.

Tel: 444 1 428, e-posta: nilayergen@aydin.edu.tr

Geliş Tarihi: 10 Temmuz 2018; Kabul Tarihi: 10 Eylül 2018

## Giriş

Diabetes Mellitus Tip 2, hiperglisemi, glikozüri ve buna eşlik eden birçok klinik ve laboratuvar bulgusu ile seyreden kronik bir hastalıktır. Klinik bulguları, klasik olarak poliüri (çok idrara çıkma), polifaji (aşırı yemek yeme), polidipsi (çok su içme) ve zayıflama gibi semptomlardır. Kronik bir metabolizma hastalığı olan Tip 2 diyabette, akut metabolik komplikasyonların yanı sıra, kronik mikrovasküler ve makrovasküler komplikasyonlar, hastalığa bağlı morbidite ve erken mortalitenin en önemli nedenidir.

Diyabet tedavisinde ve komplikasyonların önlenmesinde, kan şekerinin düzenlenmesi, hastalığın başından itibaren, çok iyi yapılmalıdır. Bu amaçla; tıbbi beslenme, diyabet eğitimi ve ilaç tedavisi ile birlikte, hastaya düzenli hareket alışkanlığının kazandırılması, tedavinin vazgeçilmez ayağını oluşturmaktadır (1).

Vücuttaki en önemli kan glukozu kullanıcılarından biri, iskelet kaslarıdır. Vücut ağırlığının yaklaşık yüzde kırkını oluşturduğu düşünüldüğünde, bu önem daha da artmaktadır. Egzersiz sırasında çalışan kaslarda, enerji gereksinimindeki artış, glukozun ve yağların kullanımını da artırmaktadır (2).

Diyabet yönetiminde "HAREKET" iki önemli kavramı kapsamaktadır:

**1-Fiziksel aktivite:** Günlük yaşam içerisinde kas ve eklemlerimizi kullanarak, enerji harcanmasını sağlayan hareketleri içeren genel bir kavramdır ve diyabet yönetiminin önemli bir parçasıdır.

**2-Egzersiz:** Sistematik, tekrarlayıcı, iskelet kasını düzenli olarak çalıştıran, fiziksel kapasiteyi geliştiren, dinlenme enerji ihtiyacından daha fazla enerji tüketimini sağlayan, fiziksel aktivite olarak tanımlanmaktadır.

## Kan Şekerinin Düzenlenmesinde Egzersizin Etkileri

**Akut etkiler:** Dinlenme ve egzersiz sırasında, kan şekerinin normal düzeyde tutulması, sempatik sinir sistemi ile endokrin sisteminin koordinasyonuna ve entegrasyonuna bağlıdır. Egzersiz sırasında kasılan

kasın enerji gereksinmesini karşılamak için, kandan, iskelet kasına glukoz girişi artarken, glikojenoliz ve glikoneojenez ile sağlanan glukoz, karaciğerden kana verilir. Diyabetik hastada, egzersiz sırasında glukoz ve yağ asitleri enerji sağlamak için kullanılırken, kan şekeri de dengelenmiş olur.

Dinlenme halinde enerji kaynağı olarak çoğunlukla yağ asitleri tercih edilirken, fiziksel aktiviteye başlayınca enerji kaynağı, glukoz ve glikojen tarafına kayar. Egzersiz yoğunluğu ve şiddeti arttıkça, daha büyük oranda glukoz kullanılır. Dinlenme ve postprandiyal dönemde ise kasa glukoz alımı, insüline bağımlıdır ve öncelikli hedef, egzersiz sırasında boşalan kas glikojen depolarını doldurmaktır.

İskelet kasına glukoz taşınması, glukoz taşıyıcı proteinleri ile özellikle GLUT 4 ile sağlanır. Kas kasılması, hem insülin aracılığıyla, hem de insülin bağımsız olarak hücre zarına GLUT 4 taşınmasını sağladığından, egzersiz sırasında hücreye glukoz girişi artar. Akut egzersiz, insülinle uyarılan mikrovasküler perfüzyonu koordine bir şekilde çoğaltarak kasın insülin duyarlılığını artırır. İnsülin, hücre zarına GLUT 4 taşınmasını, kompleks hücre içi sinyalizasyon kaskadı aracılığıyla gerçekleştirir. Bu nedenle egzersiz, bir yandan insülinin reseptöre ilgisini artırıp, öte yandan hücre içi insülin sinyalizasyonunu aktive ederek kan şekerini düşürücü etkisini gösterir. Öte yandan kas kasılması, insülin bağımsız olarak 5'-AMP'nin- aktive ettiği protein kinazlar (AMPK) aracılığı ile hücre zarına daha fazla GLUT 4 taşınmasını sağlar. Bu etkilerin hem aerobik hem de anaerobik egzersizde ortaya çıktığı, yapılan çalışmalarla gösterilmiştir (3, 4, 7, 8, 9, 10).

**Kronik etkiler:** Diyabetin önlenmesi ve yönetimi için reçete edilen aerobik egzersize başlandıktan 1 hafta sonra, Tip 2 DM'li kişilerde tüm vücut insülin duyarlılığının arttığı gösterilmiştir. Düzenli antrenmanların, glukoz metabolizması ve insülin sinyalizasyonuna katılan proteinleri aktive ederek, iskelet kaslarının insüline yanıtını artırdığı, yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (5). Tip 2 diyabetik hastalarda, insülin aracılığıyla gerçekleşen glukoz

taşınımı bozulduğu için, düzenli egzersizin, insülin bağımsız olarak hücreye glukoz girişini sağlaması, kan şekeri düzenlenmesi açısından çok önemlidir. Ayrıca diyabetik hastalarda düzenli antrenmanlarla kasların lipid depolama ve yağ oksidasyon kapasitesinin de arttığı; bunun yanı sıra, diyabetik hastalarda direnç egzersizlerinin kan şekerini düşürdüğü ve insülin etkinliğini artırdığı gösterilmiştir. Randomize kontrollü bir çalışmada, 16 hafta süreyle haftada 2 kez gittikçe artan şiddette direnç egzersizlerinden sonra, insülin etkinliğinin %46,3 arttığı ve açlık kan şekerinin %7,1 düştüğü ve visseral yağlanmanın azaldığı saptanmıştır (6, 38).

Ayrıca düzenli egzersizin, Tip 2 diyabetik kişilerde mitokondriyal fonksiyonu iyileştirdiği ve metabolik esnekliği artırdığı da gösterilmiştir.

### **Diyabetik Hastalarda Düzenli Egzersizin Klinik Etkileri**

**1-Egzersiz kan şekeri üzerine etkileri:** Egzersiz, iskelet kasına glukoz girişini artırarak kan şekerini düşürür ve HbA1c düzeylerinde anlamlı bir azalma sağlar. Tip 2 diyabetik hastalarda sekiz hafta süreyle yaptırılan düzenli egzersizin, beden kitle indeksinde önemli bir değişiklik olmaksızın HbA1c düzeyini %0,66 oranında düşürdüğü görülmüştür (3). Daha yüksek seviyede egzersiz şiddetinin, HbA1c seviyelerinde ve fiziksel fitnessda daha fazla iyileşme yaptığı gözlenmiştir (4). Ayrıca düzenli egzersiz, bozulmuş glukoz toleransının diyabete dönüşümünü engelleyip geciktirebilir. Öte yandan egzersiz, hiperinsülinemi azaltır. Sedarter bireylere göre egzersiz yapan bireylerde aynı kan şekeri düzeyinde daha düşük insülin salgılanır (11, 12, 22).

**2-Egzersiz kilo kontrolü üzerine etkileri:** Metabolizma üzerine birçok düzenleyici etkisi olan iskelet kaslarını düzenli çalıştıran bir egzersiz programının, obezite ve beraberinde getirdiği kardio-metabolik hastalıklara önemli klinik etkisi vardır (13). Fiziksel aktivite yeniden kilo alınmasının önlenmesi açısından da çok önemlidir. Obez hastaların fiziksel etkinliklerini artırırken amaç, yaşam biçimlerini kalıcı olarak

değiştirebilmek, daha az sedanter ve daha aktif bir yaşam sağlayabilmek olmalıdır. Ancak fiziksel etkinliği artırmanın kilo verme ile birlikte yağlanmanın tetiklediği hastalıkların önlenme ve tedavisinde önemli etkileri vardır (14, 23, 24). Diyabetik hastalarda düzenli aerobik egzersiz sonucu;

-İstirahat metabolik hızı artar, serbest yağ asitleri daha iyi kullanılır. Bu durumda kilo ve yağ kaybı sağlanırken, yağsız doku korunmaktadır.

-Kasa oksijen transfer eden sistem daha etkin duruma geçer.

-Karbonhidrat rezervlerinin yerine, yağ depoları daha iyi kullanılır.

-Uzun süreli mekanik iş, yağ dokusunun azalmasını sağlar.

-Abdominal yağ dokusu azalır.

**3-Kalp damar sistemi üzerine etkileri:** Düzenli egzersiz, koroner arterlerde daralma ve tıkanma riskini azaltır. Bu damarların esnekliğini ve kollaterallerin sayısını artırır. Kalbin kasılma gücünü artırır ve kalp hızını azaltır. Kardiyovasküler ve genel mortalitede anlamlı azalma sağlar. Kan dolaşımını artırır. Dokuların daha iyi beslenmesini sağlar. Düzenli egzersizin, diyabetik kişilerde kardio-vasküler riski azalttığı da gözlemler arasındadır (21, 33).

Egzersiz sırasında sistolik kan basıncı hafifçe yükselirken diastolik kan basıncı düşer. Düzenli antrenmanlar baroreseptör duyarlılığını artırırken, sistolik ve diastolik kan basıncını düşürür (25).

**4-Lipid profilini üzerine etkileri:** Total kolesterolü ve trigliseritleri düşürür, HDL kolesterolü yükseltir (15, 16, 26).

**5-Ruhsal durumu üzerine etkileri:** Sinir uçlarından endorfin salgılanmasını artırarak kişilerin kendilerini iyi hissetmelerini sağladığı ve kronik hastalığa bağlı depresyonu önlediği gösterilmiştir (28).

**6-Alzheimer ve unutkanlık üzerine etkileri:** Tip 2 diyabet ile birlikte görülme sıklığı giderek artan alzheimer hastalığında egzersizin;

1-Adaptif hücresel stres yanıtını düzenlediği, oksidatif stress ve inflamasyona karşı savunma mekanizmalarını aktive ettiği,

2- Sinaptik plastisite ve nörojenez sinyalizasyonunu, sinaptik aktiviteyi, nörotrofik faktörlerin üretimi ve salınımı artırdığı gözlenmiştir.

Bu nedenle diyabetik hastalarda düzenli egzersizin, alzheimer hastalığının önlenmesi ve tedavisinde etkili olduğu ortaya konulmuştur (29).

**7-Böbrek üzerine etkileri:** Düzenli aerobik egzersiz, diyabetik hastada mikroalbuminüriyi azaltır (27).

**8-Karaciğer üzerine etkileri:** Düzenli egzersiz, karaciğerin insülin duyarlılığını artırır ve karaciğerden glukoz çıkışını azaltır. Karaciğer yağlanmasını önleyerek tedavi eder.

**9-Kemik ve eklemler üzerine etkisi:** Kemik dokuyu güçlendirir ve osteoporozun önlenmesinde ve tedavisinde etkilidir. Eklemlerin esnekliğini ve fonksiyonlarını korur. Duruşu düzenler. Bel ağrıları, disk sorunları tedavisinde destekleyicidir.

#### **Diyabetin Tedavisinde ve Önlenmesinde Egzersiz Reçetelendirilmesi**

Her insanın metabolizması ve ihtiyaçları farklıdır. Özellikle fazla kilolu ve obez diyabetik bireylerde egzersiz doğru reçetelendirilmiş olmalıdır. Diyabetik hastalarda egzersiz reçetesi düzenlerken egzersizin tipi, süresi, sıklığı ve şiddeti hastanın vücut ağırlığına ve komplikasyonlarına uygun olmalıdır. Ayrıca kişisel gereksinimler, sınırlamalar ve kişisel performansa göre egzersizi bireylere özgü düzenlemek önerilmektedir. Egzersizin risklerini azaltmak için, egzersiz öncesinden başlayarak, egzersiz sırasında ve sonrasında güvenlik ilkelerine dikkat edilmelidir (30, 40).

Egzersiz ile kan şekerindeki değişimini görmek için glukoz takibi yapılır. Kan şekerinin izlenmesi insülin veya insülin salgılatıcı ilaç kullanan diyabetlilerde hipoglisemiden kaçınmak için gerekli önlemlerin alınmasını sağlar. Vücut aktivitesi ve ısısının artması, insülin etkisini artırır. Hastanın yanında kan şekeri düzeyini hızla yükseltebilecek karbonhidrat kaynakları (glukoz tabletleri, glukoz jelleri, kesme şeker, meyve suyu) bulunmadıkça, özellikle insülin etkisinin en yüksek seviyede olduğu zamanlarda, egzersizden kaçınmak gerekir. Egzersiz öncesi insülin dozunun azaltılması gerekebilir. Egzersiz, kan şekeri düzeylerini 24 saate kadar düşürebilir. Kan şekeri 250 mg/dl ve keton (+) ise, keton kayboluncaya kadar egzersiz yapılmamalıdır.

#### **Diyabetik hastalarda egzersiz tipi:**

Diyabetik hastalarda ADA ve AHA bildirisine göre enerji kullanım yollarına göre ağırlıklı olarak aerobik ve kontrendikasyon yok ise anaerobik (direnc) egzersiz modelleri önerilmektedir.

**1-Aerobik egzersiz:** Oksijen varlığında karbonhidrat ve yağların, su ve karbondioksite kadar parçalanması ile enerji elde edilir. Uzun süreli ve orta şiddette egzersizlerdir. Enerji kaynağı olarak glukoz, yağlar ve proteinler kullanılır. Kardiyovasküler sistemi, solunum sistemini ve iskelet kaslarını geliştirir. Dayanıklılığı artırır (18, 19). Aerobik egzersiz örnekleri:

- Hızlı tempolu yürüyüş,
- Düşük tempolu koşu,
- Bisiklete binme,
- İp atlama,
- Merdiven inip çıkma,
- Yüzme,
- Su jimnastiği,
- Dans etme,
- Masa tenisi.

**2-Anaerobik egzersiz:** Oksijen kullanılmadan enerji sağlanır. Enerji kaynağı olarak kandaki glukoz ve depo glikojen kullanılır. Kısa süreli şiddetli egzersizlerdir. Patlayıcı gücün ve iskelet kaslarının gelişimi sağlanır (14, 17, 20). Anaerobik egzersiz örnekleri : (Morbid obez bireylere önerilmez)

- Ağırlık antrenmanları (direnç egzersizleri),
- Hızlı tempolu koşu,
- Basketbol, voleybol gibi takım sporları,
- Yelken, sörf gibi su sporları.

Direnç egzersizleri serbest ağırlıklarla veya makinelerle yapılabilir. Her oturumda büyük kas gruplarını içeren beş veya daha fazla direnç egzersizi 2-4 set ve 8-10 tekrar önerilmektedir. Güçlü kanıtları olan klinik çalışmalarda, diyabetik hastalarda aerobik ve anaerobik egzersizlerin birlikte yapılmasının ek yarar sağladığı gösterilmiştir.

**3- Esneklik ve denge egzersizleri:** Özellikle orta ve ileri yaştaki diyabetik bireylere haftada 2-3 kez esneklik ve denge egzersizleri önerilmektedir. Yoga ve tai-chi gibi aktivitelerin esnekliği ve kas kuvvetini artırdığı ve dengeyi sağladığı bilinmektedir.

### **Diyabetik Hastalarda**

#### **Egzersizin Süresi ve Sıklığı:**

Haftada en az 150 dk orta şiddette aerobik egzersiz (örneğin haftada beş gün, günde yarım saat) veya en az haftada 75 dk şiddetli aerobik egzersiz veya her ikisinin kombinasyonu önerilmektedir. Egzersize üst üste iki günden fazla ara verilmemesi gerekir. Hastalar sedanter yaşama biçiminden yavaş yavaş fiziksel olarak aktif bir yaşam biçimine geçmeye özendirilmelidir. Son kanıtlar özellikle bilgisayar başında çalışanlar ve uzun süre televizyon seyredenlerin 90 dakikadan fazla hareketsiz kalmamalarını ve ayağa kalkıp kısa süreli yürüyüşler yapmalarını önermektedir. Tolere edebilecek hastalar için daha yüksek yoğunlukta egzersiz yapmanın yüksek fitness yararları sunabileceği yönünde çalışmalar vardır (1, 3).

Kontrendikasyon yoksa haftada en az iki veya daha fazla majör kas gruplarını içeren 60 dakika ağırlık antrenmanı önerilmektedir (Özellikle aşırı obez olmayan ve kas zayıflığı olan hastalarda).

**Diyabetik Bireylerde Egzersizin Şiddeti:** Orta şiddette (Maksimum oksijen kullanımının ( $VO_{2max}$ ) %40-60'ı veya maksimum kalp hızının (HT max) %50-75'i olacak şekilde aerobik egzersiz reçetelendirilebilir (Maksimal kalp hızı = 220 - yaş).

Egzersiz sırasında hastanın kendi kalp hızını izlemesi konusunda eğitim yapılmalıdır. İstirahat kalp hızına, yaşa ve kondüsyon düzeyine göre egzersiz kalp hızı bireysel olarak ayarlanabilir. Ağırlık antrenmanları 2-4 set ve 8-10 tekrar, çoklu ve büyük kas gruplarını hedefleyen çalışmalar olarak planlanmalıdır. Bir defa kaldırabileceği en yüksek ağırlığın (Repetition maximum) %70-84'i olacak şekilde önerilmektedir (20, 31, 32).

#### **Diyabetik Hastalarda Egzersizin Volümü:**

Total enerji harcanmasının önemli göstergesidir. Dakika veya MET değeri kullanılır. Diyabetik bireyde ağırlık kaybı hedefleniyorsa, haftalık 2000 kalori, ağırlık kaybı hedeflenmiyorsa 1000 kalori düzeyinde enerji harcanması planlanır (1, 3).

#### **Diyabetik Hastada Egzersizin Zamanlaması:**

Egzersizin çok aç karnına veya yemekten hemen sonra yapılması sakıncalıdır. Günün hangi saatinde yapılacağı, hastanın koşullarına göre belirlenebilir. Akşam yemeğinden 1 saat sonra yapılacak egzersiz, hem tokluk kan şekerini düşürmede etkili olacağı için, özellikle Tip 2 diyabetli hastalarda yararlı olabilir. Sabah aç karnına egzersiz önerilmemektedir.

#### **Egzersiz Reçetesi Örnekleri:**

##### **Örnek hasta: 1**

Tip 2 diyabetik kadın hasta,  
 Komplikasyon gelişmemiş,  
 İlaç kullanıyor,  
 İnsülin kullanmıyor,  
 Eğitim düzeyi lise,  
 BMI= 26 kg/m<sup>2</sup> (Fazla kilolu).

### **Egzersiz reçetesi:1**

Günaşırı bir saat tempolu yürüyüş yapılabilir. Yürüyüş sırasında 15 dakikada bir durup nabız sayılmalıdır. Kalp atım hızı 108-144/dakika olmalıdır. Yürüyüş yemekten bir saat sonra yapılmalıdır. Yürüyüşten gelince, 15 dakika 1,5-2 kg'lık kum torbaları ile kollar ve bacaklar çalıştırılabilir.

### **Örnek hasta: 2**

Tip 2 diyabetik kadın hasta, 72 y  
Mikrovasküler komplikasyon gelişmemiş,  
Koroner kalp hastalığı var,  
Oral antidiyabetik kullanıyor,  
Eğitim düzeyi lise,  
BMI= 40 kg/m<sup>2</sup>,  
Düzenli egzersiz yapmıyor.

### **Egzersiz reçetesi: 2**

Kondisyon Bisikleti ile egzersiz (ısınma 5 dk).  
Süre 20 dk- 60 dk. Soğuma 10 dk. Haftada 5-7 gün.  
Egzersiz şiddeti, level 2. RPM 55/dk. Kendi ağırlığı ile direnç egzersizler yapıyor (Egzersize haftada üç kez 20 dk VO<sub>2max</sub>'ın %40-60 olacak şekilde başlatılabilir. Süre yavaş artırılarak birkaç hafta sonra bir saate çıkarılabilir).

**Diyabet kimliği:** Özellikle ev dışında yapılan aktivitelerde hastanın diyabetli olduğunu belirtir bir takı (bilezik, kolye vb.) kullanması veya kimlik kartı taşıması ve bunların görünür olması sağlanmalıdır.

**Egzersizin bırakılması:** Şu bulgular varsa, egzersiz hemen bırakılmalıdır: Aşırı yorgunluk, baş dönmesi ve sendeleme, göğüste sıkıntı, dolgunluk, ağırlık hissi veya ağrı, ciddi nefes darlığı, bulantı ve görme bulanıklığı.

### **Diyabetik hastalarda egzersiz öncesi değerlendirme nasıl olmalıdır?**

- 1- Hastanın yaşına bakılmaksızın, kronik komplikasyonların varlığı araştırılır.
- 2- Beden kitle indeksi hesaplanır ve obezite sınıflandırması yapılır.
- 3- Glisemik kontrol açısından açlık kan şekeri ve

HbA1c düzeyine bakılır.

4-Kan basıncı takibi yapılır.

5-Kardiyovasküler muayene yapılır. Aşağıdaki gruplara dahil diyabetlilere efor testi yapılır.

-35 yaşından büyük bütün diyabetik hastalara,

-25 yaşından büyük ve 10 yıldan uzun süreli Tip 2 diyabetik hastalara,

-15 yıldan uzun süreli Tip 1 diyabeti olan kişilere,

-Koroner arter hastalığı risk faktörleri bulunan diyabetlilerde,

-Periferik damar hastalığı, mikrovasküler hastalığı veya otonom nöropatisi olan kişilerde.

6-Nörolojik ve kas iskelet sistemi muayenesi,

7-Ayak muayenesi,

8-Fundoskopik göz muayenesi yapılır.

### **Diyabete bağlı komplikasyonlar geliştikten sonra egzersiz reçetelendirilmesinin kuralları**

**Koroner kalp hastalığında egzersiz reçetelendirilmesi:** Diyabet ile birlikte koroner kalp hastalığı olan bireylere aerobik kapasiteyi artırmak, efora karşı kan basıncı ve kalp hızı yanıtını dengelemek için, egzersiz reçetelendirilmesi önemlidir. Koroner kalp hastalığı olan diyabetik hastalarda egzersize başlamadan kardiyak stres test yapılması önerilmektedir. Orta şiddette aerobik egzersiz ve hafif ağırlıklarla veya kendi vücut ağırlığı ile direnç egzersizleri, güvenli egzersiz modelidir. Egzersizin şiddeti VO<sub>2max</sub>'ın %55'i düzeyinde tutulmalıdır. Egzersize yavaş şiddetle başlanır ve hafif orta şiddette sürdürülür. Amaç, kalbin iş yükünü birden artırarak daralmış kalp damarları nedeniyle miyokard enfarktüsü geçirmesini önlemektir.

Koroner kalp hastası olan diyabetik hastalarda şiddetli aerobik egzersiz ve kan basıncını ve göğüs içi basıncı yükseltecek şiddetli direnç egzersizleri önerilmez. Koroner kalp hastalığında egzersiz reçetelendirilmesi yapılırken dikkat edilmesi gerekenler;

- Egzersiz, ısınma ve soğuma dönemlerini içermelidir.

- 5-10 dk ısınma-esnetme egzersizleri yapıldıktan sonra antrenmana geçilmelidir.

- Egzersiz, yavaş yavaş sonlandırılmalıdır. Kalp krizi riskinin en çok olduğu zaman egzersizden sonraki 5-10 dk olduğu için, soğuma önemlidir. Egzersiz şiddeti yavaş yavaş azaltılarak sonlandırılan soğuma dönemi, aynı zamanda egzersiz sonrası ritm bozukluğu riskini de azaltır.

-Koroner kalp hastalığında da yeni başlayanlar için egzersiz seansına 5-10 dk ile başlanmalıdır.

Hedeflenen süre iki ayrı seans halinde yapılabilir. Egzersize haftada en az üç kez 20 dk  $VO_{2max}$ 'ın %40-60 olacak şekilde başlatılmalı ve süre yavaş artırılarak bir kaç hafta sonra bir saate kadar çıkarılmalıdır. Sıvı alımı egzersiz öncesinde, sırasında ve sonrasında çok önemli bir faktördür. Egzersizin ilk seansları, egzersiz fizyolojisi uzmanı kontrolünde yapılmalı ve devamında yalnız olmaması tercih edilmelidir (34, 37).

#### **Diyabetik nefropatide egzersiz reçetelendirilmesi:**

Diyabetik nefropati gelişmiş hastalara kan basıncını yükselten şiddetli aerobik egzersiz ve ağırlık antrenmaları önerilmemelidir. Orta şiddette aerobik egzersiz güvenlidir. Ektopik yağlanma ve böbrek disfonksiyonu ilişkisi nedeniyle abdominal yağı azaltan büyük kas gruplarını içeren aerobik egzersizler önerilmektedir. Kendi vücut ağırlığı ile kuvvet egzersizleri önerilebilir. Diyabetik nefropati gelişmiş hastalarda egzersiz öncesi, sırasında ve sonrasında sıvı alımı çok önemlidir.

#### **Periferik nöropatide egzersiz reçetelendirilmesi:**

Periferik nöropatisi olan diyabetik hastalarda, kas-iskelet sistemi yaralanmaları ve infeksiyonlara karşı koruyucu rolü olan protektif duyu kayıp söz konusudur. Bu nedenle yaralanmaları en aza indirecek ağırlık bindirmeyen aktiviteler önerilmektedir. Periferik nöropati gelişmiş hastalarda, spor sırasında ayakkabı seçimi ve ayakların değerlendirilmesi çok önemlidir.

Hastalara spor öncesinde ve sonrasında ayaklarını kontrol etmelerini önermeli ve yaralanmalarla ilgili eğitim sık sık pekiştirmelidir. Otonom nöropatili hastalarda egzersize kardiyak cevap azalması, postüral hipotansiyon, bozulmuş termoregülasyon, bozulmuş papiller reaksiyon nedeniyle gece görme engeli ve hipoglisemiye daha fazla yatkınlık nedeniyle, egzersize bağlı yaralanma veya advers etki riski artmıştır (35, 36). Kardiyovasküler otonomik nöropati aynı zamanda bir kardiyovasküler ölüm ve sessiz miyokard iskemisi için bağımsız risk faktörüdür. Bu nedenle, diyabetli otonomik nöropatili hastalara, egzersize başlanmadan önce kardiyolojik inceleme önerilmektedir (Tablo 1).

**Tablo 1:** Protektif duyuların azaldığı diyabetik nöropatili hastalarda egzersiz

Kontrendike olan egzersizler	Önerilen egzersizler
Koşu bandında yürüme veya koşma	Yüzme
Uzun yürüyüşler	Bisiklet
Jogging	Kürek çekmek
Step egzersizleri	Sandalye egzersizleri
Kol egzersizleri	Diğer yük bindirmeyen egzersizler

**Diyabetik retinopatide egzersiz reçetelendirilmesi:** Proliferatif veya şiddetli nonproliferatif diyabetik retinopati gelişmiş şiddetli aerobik veya direnç egzersizleri vitreus kanamasına ve/veya retina dekolmanına yol açabileceği için önerilmemektedir (39) (Tablo 2).

**Tablo 2:** Diyabetik retinopatili hastalarda egzersiz

Diabetik retinopatinin düzeyi	Önerilen Aktiviteler	Kontrendike olan aktiviteler	Göz Muayenesi
Retinopati yok	Diyabete uygun egzersiz	-	Yılda bir
Hafif NPDR	Diyabete uygun egzersiz	-	6-12 ay
Orta NPRD	Diyabete uygun egzersiz	Kan basıncını dramatik olarak artıran egzersizler (ağırlık antrenmanları; valsalva manevrası)	4-6 ay
Şiddetli NPRD	Diyabete uygun egzersiz	Kademeli olarak kan basıncını artıran egzersizler (valsalva manevrası, hızlı koşu, hücum egzersizleri, boks, ağır yarışmalı sporlar)	2-4 ay
PDR	Düşük düzeyde kardiovasküler egzersizler (yüzme, yürüme, hafif aerobic)	Kuvvet egzersizleri (valsalva manevrası, hızlı koşu, dövüş sanatları)	1-2 ay

#### KAYNAKLAR

1. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes-2017. Prevention or delay of type 2 diabetes. Diabetes Care 2017; 40(1): 44-48.
2. Fujimoto T, Kemppainen J, Kalliokoski KK et al. Skeletal muscle glucose uptake response to exercise in trained and untrained men. Med Sci Sports Exerc 2003; 35(5): 777-783.
3. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes-2016. Foundations of care and comprehensive medical evaluation. Diabetes Care 2016; 39(1): 23-35.
4. ACSM and ADA Joint Point Statement. Exercise and type 2 diabetes. Med Sci Sports Exerc 2010; 42(12): 2282-2303.
5. Suh SH, Paik IY and Jacobs K. Regulation of blood glucose homeostasis during prolonged exercise. Mol Cells 2007; 23(3): 272-9.
6. Holten MK, Zacho M, Gaster M et al. Strength training increases insulin-mediated glucose uptake, GLUT4 content, and insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes. Diabetes 2004; 53(2): 294-305.
7. Kennedy JW, Hirshman MF, Gervino EV, et al. Acute exercise induces GLUT4 translocation in skeletal muscle of normal human subjects and subjects with type 2 diabetes. Diabetes 1999; 48(5): 1192-7.
8. Khan A, Pessin J. Insulin regulation of glucose uptake: a complex interplay of intracellular signalling pathway. Diabetologia 2002; 45(11): 1475-1483.
9. Chiang S-H, Baumann CA, Kanzaki M et al. Insulin-stimulated GLUT4 translocation requires the CAP-dependent activation of TC10. Nature 2001; 410: 944-948 .



10. Thong FS, Bilan PJ and Klip A. The Rab GTPase-activating protein AS160 integrates Akt, protein kinase C, and AMP-activated protein kinase signals regulating GLUT4 traffic. *Diabetes* 2007; 56(2): 414-423.
11. Hardie DG and Sakamoto K. AMPK: a key sensor of fuel and energy status in skeletal muscle. *Physiology* 2006; 21(1): 48-60.
12. Virkamäki A, Ueki K and Kahn CR. Protein-protein interaction in insulin signaling and the molecular mechanisms of insulin resistance. *J Clin Invest* 1999; 103(7): 931-943.
13. Winnick JJ, Sherman WM, Habash DL 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.
14. Christ-Roberts CY, Pratipanawatr T, Pratipanawatr W et al. Exercise training increases glycogen synthase activity and GLUT4 expression but not insulin signaling in overweight nondiabetic and type 2 diabetic subjects. *Metabolism* 2004; 53(9): 1233-42.
15. 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(9): 643-55.
16. Pruchnic R, Katsiaras A, He J et al. Exercise training increases intramyocellular lipid and oxidative capacity in older adults. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2004; 287(5): e857-62.
17. Ibanez J, Izquierdo M, Arguelles I 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.
18. Larose J, Sigal RJ et al. Effect of exercise training on physical fitness in type II diabetes mellitus. *Med Sci Sports Exerc* 2010; 42(8): 1439-1447.
19. Boule NG, Haddad E, Kenny GP et al. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. *JAMA* 2001; 286: 1218-1227.
20. Church TS, Blair SN, Coreham S et al. Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *JAMA* 2010; 304: 2253-2262.
21. Boule NG, Kenny GP, Haddad E et al. Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in type 2 diabetes mellitus. *Diabetologia* 2003; 46: 1071-1081.
22. Yates T, Khunti K, Bull F et al. The role of physical activity in the management of impaired glucose tolerance: a systematic review. *Diabetologia* 2007; 50(6): 1116-1126.
23. Ross R, Dagnone D, Jones PJ et al. Reduction in obesity and related comorbid conditions after diet-induced weight loss or exercise-induced weight loss in men: a randomized, controlled trial. *Ann Intern Med.* 2000; 133(2): 92-103.
24. Lee S, Kuk JL, Davidson LE et al. Exercise without weight loss is an effective strategy for obesity reduction in obese individuals with and without type 2 diabetes. *J Appl Phys* 2005; 99(3): 1220-1225.
25. Whelton SP, Chin A, Xin X, He J. Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Ann Intern Med.* 2002; 136(7): 493-503.
26. Laaksonen DE, Atalay M, Niskanen LK et al. Aerobic exercise and the lipid profile in type 1 diabetic men: a randomized controlled trial. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(9): 1541-1548.
27. Kurdak H, Sandikci S, Ergen N et al. The Effects of Regular Aerobic Exercise on Renal Functions in Streptozotocin Induced Diabetic Rats. *J Sports Sci Med* 2010; 9(2): 294-299.

28. Goldfarb AH and Jamurtas AZ. P-endorphin response to exercise an update. *Sports Medicine* 1997; 24(1): 8-16.
29. Foster PP, Rosenblatt KP, Kuljiš RO. Exercise-induced cognitive plasticity, implications for mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Front Neurol* 2011; 2(28): 1-15.
30. TEMD Diabetes Mellitus ve Komplikasyonlarının Tanı, Tedavi ve İzlem Kılavuzu-2017
31. Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B et al. Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes Care* 2010; 33: e147-e167.
32. Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C. Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2004; 27(10): 2518-2539.
33. Katzmarzyk PT, Church TS, Craig CL, Bouchard C. Sitting time and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41(5): 998-1005.
34. Durstine JL , Moore G , Painter P, Roberts S. ACSM's Exercise Management for Persons with Chronic Diseases and Disabilities-3th ed. American College of Sports Medicine, USD, 2009.
35. Spallone V, Ziegler D, Freeman R et al. Toronto Consensus Panel on Diabetic Neuropathy. Cardiovascular autonomic neuropathy in diabetes: clinical impact, assessment, diagnosis, and management. *Diabetes Metab Res Rev* 2011; 27: 639-653.
36. Pop-Busui R, Evans GW, Gerstein HC et al. Action to Control Cardiovascular Risk in Diabetes Study Group. Effects of cardiac autonomic dysfunction on mortality risk in the Action to Control Cardiovascular Risk in Diabetes (ACCORD) trial. *Diabetes Care* 2010; 33: 1578-1584
37. Grace A, Chan E, Giallauria F et al. Clinical outcomes and glycaemic responses to different aerobic exercise training intensities in type II diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Cardiovasc Diabetol* 2017; 16(1): 37.
38. Mexx RC, Schrauwen-Hinderling VB, Moonen-Kornips E et al. Restoration of muscle mitochondrial function and metabolic flexibility in type 2 diabetes by exercise training is paralleled by increased myocellular fat storage and improved insulin sensitivity. *Diabetes* 2010; 59(3): 572-579.
39. Sjøberg KA, Frøsig C, Kjøbsted R et al. Exercise increases human skeletal muscle insulin sensitivity via coordinated increases in microvascular perfusion and molecular signaling. *Diabetes* 2017; 66(6): 1501-1510.
40. Colberg SR. Exercise and Diabetes: A Clinician's Guide to Prescribing Physical Activity. Alexandria, VA, American Diabetes Association, 2013.