

Tip 2 Diyabet Tedavisinde Yaşam Tarzı Değişikliği - Beslenme ve Fiziksel Aktivite

Lifestyle Change in Type II Diabetes Treatment - Nutrition and Physical Activity

Gözde Okburan¹, Aylin Hasbay Büyükkaragöz²

Geliş tarihi/Received: 03.11.2017 • Kabul tarihi/Accepted: 05.11.2018

ÖZET

Diabetes mellitus ve onunla aynı risk etmenlerini paylaşan bazı kronik hastalıklar, global bir sağlık sorunu haline gelmiştir. Diyabet tedavisinde, hasta eğitimi, tıbbi beslenme tedavisi ve egzersiz çok önemli olup, yaşam tarzı değişikliği son yıllarda üzerinde çok fazla durulan bir konu olarak dikkati çekmektedir. Yalnızca sağlıklı yaşam tarzı değişikliği ile diyabetin %44-58 oranında önlenebileceği veya geciktirilebileceği belirtilmiştir. Amerikan Diyabet Birliği (ADA) beslenme açısından yaşam tarzı değişikliği için: (1) düşük glikemik indeksli karbonhidrat kaynaklarının tüketilmesini (130 g/gün'ün altında olmayacak şekilde) ve (2) diyet yağının azaltılmasını (enerjinin %7'sinin altında doymuş yağ alımı, en düşük düzeyde trans yağ alımı, <200 mg/gün kolesterol alımı), ayrıca derisiz tavuk, hindi, balık ve az yağlı süt ürünleri gibi protein kaynaklarının tercih edilmesini önermiştir. Beslenme programında diyetdeki posa miktarının her 1000 kkal için 14 g olması gerektiği vurgulanmış, sodyum ve alkol alımının sınırlandırılmasının, sebze, meyve ve yağı azaltılmış süt ürünleri tüketiminin artırılmasının olumlu etkileri olduğu belirtilmiştir. Yaşam tarzı değişikliği içerisinde köşe taşı olan bir diğer konu ise egzersizdir. Diyabetli bireyler için egzersiz planlanırken, bireysel özellikler göz önünde bulundurulmalıdır. Egzersiz programının türü ve şiddeti her hastaya göre farklılık göstermekle birlikte, ideal bir egzersiz programının haftada en az 150 dakika orta şiddette aktivite içermesi gerektiği önerilmiştir. Yine ADA'nın rehberleri doğrultusunda, aerobik egzersizle birlikte yapılan direnç egzersizlerinin (haftada 2 kez, 2-4 set ve 8-10 tekrar) de kan glukoz regülasyonu üzerinde oldukça etkili olduğu ve kan glukozunu düşürmede önemli bir etmen olduğu bildirilmiştir. Diyabet hastalarının primer tedavisinde uygun bir beslenme düzeni ve buna eşlik eden bir egzersiz programının, tedavinin başarısını arttıracacağı unutulmamalıdır.

Anahtar kelimeler: Tip 2 diyabet, yaşam tarzı, fiziksel aktivite, egzersiz, beslenme

ABSTRACT

Diabetes mellitus, and certain chronic diseases sharing the same risk factors have become a global health problem. Patient education, medical nutrition therapy and exercise are fundamental components of diabetes treatment, and lifestyle change was emphasized in recent years. It has been suggested that diabetes can be prevented or delayed by 44-58% with healthy lifestyle change alone. For a lifestyle change in terms of nutrition, American Diabetes Association (ADA) has recommended: (1) the consumption of low glycemic index carbohydrates (not to be less than 130 g/d), and (2) reducing the dietary fats (saturated fat intake should be less than 7% of calories, minimal intakes of trans-fatty acids, and cholesterol intake less than 200 mg/d), as well as the consumption of lean protein sources such as poultry, fish and low-fat dairy products. They also emphasized that fiber intake should be at least 14 g per 1000 kcal, dietary sodium and alcohol intake should be reduced, and intakes of vegetables, fruits and low-fat dairy products should be encouraged. Exercise is also one of the cornerstones of lifestyle modification. Individual characteristics should be considered for every diabetic patient during exercise planning.

1. **İletişim/Correspondence:** Doğu Akdeniz Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Mağusa, KKTC
E-posta: gozdeokburan@hotmail.com • <https://orcid.org/0000-0002-6766-1511>

2. Acıbadem Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye
<https://orcid.org/0000-0003-0696-4196>

Although the type and the intensity of exercise may vary between individuals, aiming for a total of 150 minutes of moderate intensity aerobic exercise per week was recommended as an ideal exercise program. American Diabetes Association guidelines have also reported that resistance exercises (at least 2 times per week, 2-to 4 sets and 8-to10 repeats) in addition to aerobic exercises are highly effective on blood glucose regulation. It should be kept in mind that an appropriate dietary plan accompanied by an exercise program will increase the success of the treatment in diabetic patients.

Keywords: Type II diabetes, lifestyle, physical activity, exercise, nutrition

GİRİŞ

Tip 2 diyabet ve onunla benzer risk etmenlerini paylaşan diğer kronik hastalıklar, tüm dünya için önemli bir sorun haline gelmiştir (1). Hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerdeki yaşam tarzının değişmesi, özellikle tip 2 diyabet prevalansında hızlı bir artışa neden olmuştur. Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) son istatistiksel verileri doğrultusunda, 1980'li yıllarda 108 milyon olan diyabetli birey sayısı, 2014 yılında 422 milyona ulaşmıştır (2). Prevalansın bu kadar hızlı ve kontrol dışı artmasının temel nedenleri nüfus artışı, yaşlanma ve kentleşmenin getirdiği yaşam tarzı değişiklikleri sonucunda gelişen obezite ve fiziksel inaktivite olarak belirtilmektedir (3).

Tip 2 diyabetin oluşumunun geciktirilmesi veya önlenmesi ile ilgili birçok çalışma yapılmaktadır. Klinik çalışmalardan elde edilen kanıtlara göre beslenme, egzersiz ve orta düzeydeki ağırlık kaybı, yüksek riskli prediyabetik bireylerde dahi diyabet gelişimini geciktirmekte hatta önlemektedir (2). Yapılan çalışmalarda, prediyabetli bireylerde tip 2 diyabetin yalnızca sağlıklı yaşam tarzı değişiklikleri ile %40-58 oranında önlenebileceği gösterilmiştir (1,4,5). Amerikan Diyabet Birliği (ADA) tarafından yayınlanan rehberde tip 2 diyabet tedavi algoritması içerisinde diyabetin önlenmesinde ve oluşumundan sonra hastalığın seyrinde oldukça önemli rol oynayan tedavinin başında yaşam tarzı değişikliği, gerekli durumlarda metformin veya insülin tedavisi olduğu vurgulanmaktadır (4). Tip 2 diyabetin önlenmesinde ve tedavisinde yaşam tarzı değişikliği, tıbbi beslenme tedavisi ve düzenli fiziksel aktivitenin, kişilerin kan glukoz düzeyleri regülasyonu için en elzem unsurlar olduğu bilinmektedir. Bu derlemenin amacı ise, tip 2 diyabetin önlenmesi ve tedavisinde yaşam tarzı

değişikliğinin etkinliğini gösteren güncel bilimsel çalışmaların ortaya konmasıdır.

Tip 2 Diyabetin Patofizyolojisi

Tip 2 diyabetin patogenezi net olarak açıklanamasa da, normal glukoz toleransından diyabete ilerleyişin altında yatan birçok nedenin olduğu düşünülmektedir (5,6). Tip 2 diyabetin ortaya çıkışını tetikleyen en önemli olasılıklardan biri insülin direncidir. İnsülin eksikliği ve/veya insülin direncinin asıl nedeninin, karaciğerde glukoz üretimindeki artış olduğu düşünülmektedir (7-9). Ancak tip 2 diyabetin ortaya çıkmasında insülin eksikliği ile seyreden beta hücre işlev bozukluğundan (6) veya insülin direncinden (7) hangisinin primer olarak sorumlu olduğu konusu tartışmalıdır. Her ne kadar insülin direncinin, diyabet oluşumunun temel nedeni olduğu düşünülse de, son yıllarda pankreastan insülin salınımı ile ilgili bozukluğun da etkili olabileceği düşünülmektedir. Bunlara ek olarak, β hücre işlev bozukluğu ve insülin direnci arasında da bir etkileşimin olduğu ve her ikisinin patogeneizde birlikte rol alabileceği düşünülmektedir (8). Sonuç olarak insülin, glukozun kandan hücrelere geçişini düzenleyen en önemli hormondur. Bu yüzden, insülin yetersizliği ya da insülin reseptörünün insüline karşı hassasiyetinin kaybolması, tip 2 diyabetin oluşmasında önemli iki patogenetik etmen olarak açıklanmaktadır (9,10).

Tip 2 Diyabetin Önlenmesinde Yaşam Tarzı Değişikliği

Yaşam tarzı değişikliğinin diyabeti önleyebileceğine dair kanıtlar sunan ilk çalışma, 1991 yılında İsveç'te yapılan Malmö çalışmasıdır (11). Malmö çalışmasında

beş yıllık bir program içerisinde, İsveç'in Malmö şehrinde yaş ortalaması 48 yıl (47-49 yıl) ve beden kütle indeksi (BKİ) ortalaması 26.0 kg/m² olan toplam 6,956 birey taranmıştır. Çalışmaya dahil edilen 41 yeni tanı tip 2 DM'li birey ile bozulmuş glukoz toleransı olan 181 ve normal glukoz toleransı olan 114 birey, yaşam tarzı değişikliği kapsamında düşük enerjili bir diyet ve egzersiz programına alınmıştır. Çalışmanın başlangıcındaki 6 aylık süreçte pilot bir çalışma yapılarak katılımcılara yaşam tarzı değişikliği kapsamında tıbbi beslenme ve fiziksel aktivite programları uygulanmıştır. Daha sonra katılımcılar her yıl görüşülerek, 5 yıl boyunca izlenmiştir. Yaşam tarzı müdahalesi yapılan katılımcılarda çalışma sonunda %2.3-3.7 arasında ağırlık kaybı olduğu, müdahale edilmeyen grupta ise %0.5-1.7 arasında ağırlık artışı olduğu gösterilmiştir. Yine aynı şekilde yaşam tarzı müdahalesi yapılan katılımcıların maksimal oksijen kapasitelerinde %10-14 arasında artış gözlenirken, müdahale edilmeyen grupta %5-9 oranında düşüş saptanmıştır. Bozulmuş glukoz toleransı olan hastaların %50'sinden fazlasında glukoz toleransı normale dönerken, diyabetli katılımcıların yarısından fazlasında diyabet semptomlarında düşüş olduğu gösterilmiştir. Yaşam tarzı müdahalesi yapılan katılımcıların kan basınçları, kan lipitleri ve insülin düzeylerinde azalma ve insülin yanıtında iyileşme olduğu bildirilmiştir. Glukoz toleransındaki iyileşmenin ağırlık kaybı ile ilişkili olduğu ve ağırlık kaybı arttıkça glukoz toleransındaki iyileşmenin daha iyi olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, müdahale grubunda (yaşam tarzı değişikliği uygulanan) diyabete geçiş %11 iken, kontrol grubunda diyabete geçiş %29 olarak saptanmıştır (11).

Bir başka çalışma ise diyabet önleme çalışmaları içerisinde en kapsamlısı olan ve Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD'de) yapılan Diyabet Önleme Sonuçları Programı'dır (12). Amerika'da 1996 yılında yapılan bu çalışmaya bozulmuş glukoz toleransı olan ve açlık plazma glukoz düzeyi ≥ 95 mg/dL olan 3.234 birey dahil edilmiştir. Bireyler üç gruba ayrılarak ortalama 2.8 yıl süresince izlenmiştir: (1) yoğun diyet ve egzersiz grubu, (2) metformin grubu ve (3)

plasebo grubu. Yaşam tarzı değişikliği uygulanan grupta, katılımcılara diyet, egzersiz ve yaşam tarzı değişikliği konusunda eğitim verilmiştir. Bu grubun az yağlı beslenme tarzını benimseyebilmesi için çalışmanın ilk 24 haftasında kişilerin daha düşük yağ içeren besinleri diyetlerine eklemeleri ve yüksek yağ içeren besinleri daha az tüketmeleri için yoğun bir eğitim verilmiştir. Aynı gruptaki bireylerde enerji alımının azaltılabilmesi ve ağırlık kaybının sağlanabilmesi için günlük enerji alımları 500-1000 kkal azaltılmış ve ek olarak, haftada 150 dakika egzersiz yapmaları ve çalışma boyunca %7 oranında vücut ağırlığı kaybetmeleri hedeflenmiştir. İkinci gruba yaşam tarzı değişikliği olmadan yalnızca günde iki kez 850 mg metformin ve üçüncü gruba ise plasebo verilmiştir. Çalışmanın sonunda, yaşam tarzı değişikliği uygulanan birinci grupta diyabet görülme riski %58 oranında azalırken, metformin grubunda, bu oranın %31 olduğu gösterilmiştir. Özellikle yaşları 60'ın üzerinde olan katılımcılarda, yaşam tarzı değişikliğinin diyabet riskini %71 oranında azalttığı saptanmıştır. Sonuç olarak tek başına yaşam tarzı değişikliğinin DM insidansını %58 oranında azalttığı gösterilmiştir.

Tip 2 diyabetli bireylerde yaşam tarzı değişikliğinin (eğitim, fiziksel aktivite ve beslenme) kan glukoz düzeyine ve kardiyovasküler hastalık risk etmenlerine etkisinin incelendiği bir diğer çalışmada ise yaşam tarzı değişikliğinin, kontrol gruplarına göre HbA1c, kan glukoz düzeyi ve kan basıncında istatistiksel olarak önemli düzeyde azalma sağladığı gösterilmiştir (13). Merlotti ve arkadaşları (13), tarafından çeşitli müdahale çalışmalarının tip 2 diyabetin önlenmesindeki etkinliğinin değerlendirildiği derlemenin sonucuna göre, diyet ve fiziksel aktivitenin birlikte düzenlenmesinin diyabet riskini %57 oranında, metformin kullanımının ise yalnızca %34 oranında azalttığı bildirilmiştir. Bu derlemede, beslenme alışkanlıklarındaki değişikliklerin ve fiziksel aktivitenin artırılmasının, diyabetin önlenmesinde tek başına metformin kullanımından çok daha etkili yöntem olduğu gösterilmiştir (13).

Tip 2 diyabetin önlenmesinde, orta şiddetli fiziksel

aktivitenin önemini vurgulayan 10 prospektif kohort çalışmanın bir araya getirildiği sistematik bir derlemede, toplamda 302.221 kişi değerlendirmeye alınmıştır. Orta şiddette düzenli yapılan egzersizin, sedanter yaşam tarzı olan bireylere göre, tip 2 DM gelişme riskini yaklaşık %30 oranında azalttığı gösterilmiştir (14). Aynı derlemede, orta-yüksek tempo ile haftada iki buçuk saat düzenli olarak yürüyüş yapan kişilerde, hiç yürüyüş yapmayan kişilere göre tip 2 diyabet görülme riskinin %30 daha az olduğu saptanmıştır (14). Sonuç olarak, özellikle düzenli yapılan orta şiddetteki egzersizin tip 2 diyabet riskini önemli düzeyde azalttığı gösterilmiştir (14).

Tip 2 Diyabetin Kontrolünde Tıbbi Beslenme Tedavisi

Amerikan Diyabet Birliği, diyabeti önlemek veya oluşumunu geciktirmek adına tıbbi beslenme tedavisinin çok önemli olduğunu bildirirken, diyabetli bireylerde kan glukoz regülasyonu için temel unsurlardan birinin beslenme olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca tıbbi beslenme tedavisinin, diyabete bağlı gelişebilecek komplikasyonlarda geciktirici veya önleyici etkisinin olduğu da ortaya konmuştur (15). Beslenme tedavisi olmadan, diğer tedavi yöntemleri ile metabolik kontrolün sağlanması oldukça zordur. Tip 2 diyabet hastalarının bazılarında, sadece tıbbi beslenme tedavisinin bile kan glukozu regülasyonunu sağladığı görülmektedir (15-17). Beslenme programı hastanın gereksinimleri doğrultusunda bireysel olarak hazırlanmalı, programın başarıya ulaşması için hastanın beslenme alışkanlıkları ve sosyo-ekonomik durumu dikkate alınmalıdır (17).

Amerikan Diyabet Birliği, insülin direnci olan obez veya hafif şişman bireylerde, az miktarda ağırlık kaybının dahi insülin direncinde iyileşme sağladığını bildirmiştir (17). Stern ve arkadaşları (18) diyabeti olan veya diyabet konusunda risk taşıyan obez bireylerde, diyabetin önlenmesi veya kan glukoz regülasyonu için ağırlık kaybı önermektedir. Yürütmüş oldukları çalışmada, kısa dönemde (1 yıla kadar) ağırlık kaybını desteklemek için enerji

kısıtlaması (500 kkal) ile birlikte düşük yağlı (toplam enerjinin <%30) veya düşük karbonhidratlı diyetler (günde <30 g karbonhidrat) uygulanabileceği vurgulanmıştır. Her ne kadar bazı çalışmalarda (19) düşük karbonhidrat alımının ağırlık kaybında olumlu sonuçları olduğu vurgulanmış olsa da, ADA (2012) uzun dönemde bu kadar düşük karbonhidrat alımının sonucunun ne olabileceği ile ilgili net bir bilgi olmadığı için günde en az 130 g glisemik indeksi düşük, kompleks karbonhidrat alımını önermektedir (17). Düşük karbonhidratlı ve düşük yağlı diyet alımını karşılaştıran çalışmada (18) katılımcıların açlık kan glukozu düzeyleri incelendiğinde, düşük karbonhidratlı diyet tüketen bireylerde açlık kan glukozunun ortalama 21 mg/dL, düşük yağlı diyet tüketen bireylerde ise ortalama 28 mg/dL azaldığı gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, beslenme programında düşük yağlı beslenme (enerjinin <%30) ile birlikte doğru karbonhidrat türü seçiminin kan şekeri regülasyonundaki önemi vurgulanmıştır (18).

Amerikan Diyabet Birliği yaşam tarzı değişikliği için beslenme önerilerinde, günde 130 g'ın altında olmayacak şekilde glisemik indeksi düşük karbonhidrat kaynaklarının (nişastasız sebzeler, rafine edilmemiş karbonhidratlar vb.) ve dirençli nişasta içeren besinlerin tüketimini önermiştir. Bununla birlikte diyetin toplam yağ ve doymuş yağ içeriğinin azaltılması (enerjinin doymuş yağdan gelen oranı <%7, en düşük düzeyde trans yağ asidi alımı ve günde <200 mg kolesterol alımı) ile birlikte haftada en az iki kez balık tüketilmesi ve diyetdeki posa miktarının her 1000 kkal için 14 gram kadar olması gerektiği vurgulanmıştır (17). Bunlara ek olarak diyetle sodyum alımının azaltılması, sebze ve meyve tüketiminin artırılması, yağı azaltılmış süt ürünlerinin kullanılması ve alkol tüketiminin sınırlandırılmasının da olumlu etkileri olduğu belirtilmiştir (17,20).

Tip 2 Diyabetin Kontrolünde Egzersiz

Yetersiz fiziksel aktivite ve egzersiz, diyabet ve diyabete bağlı gelişebilecek komplikasyonlarda ve dolayısıyla mortalite ve morbiditede artışa neden

olmaktadır (3). Egzersiz düzeyinin artması ile birlikte, kan glukoz regülasyonu kolaylaşmakta, kardiyovasküler risk etmenleri azaltılmakta ve ağırlık kaybına bağlı kan glukoz düzeyindeki düşüş daha etkin sonuçlanmaktadır (21).

Egzersizin kan glukoz düzeyi üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalarda (21-25), glukoz taşıyıcı tip 4 proteinin (GLUT4) oldukça önemli bir rol oynadığı görülmektedir. Çizgili kas hücresinde GLUT1 ve GLUT4 olmak üzere iki ana GLUT proteini tanımlanmıştır. Hücelere temel olarak bazal glukoz alımından GLUT1 sorumlu iken, insüline yanıt olarak glukoz taşınmasından sorumlu olan form GLUT4'tür. İnsülinin metabolizmadaki en önemli görevi, kalp kası, fibroblast, yağ hücreleri ve çizgili kas hücreleri içerisine GLUT4 üzerinden glukoz transportunu sağlamak ve transport hızını arttırmaktır. Egzersiz, iskelet kasındaki GLUT4 ekspresyonunu arttırmak için en potansiyel etmendir. Bu sayede GLUT4'ün artması insülin üretimini arttırmakta ve glukozu uzaklaştırarak bir sonraki egzersiz için kas glikojen depolarının dolumunu sağlamaktadır (22). Normal kas hücrelerinde GLUT4, plazma membranı ile intraselüler depo havuzları arasında döngüsel olarak dolaşmaktadır. Böylece insülin uyarısıyla, bu döngüsel hareket GLUT4'ün bulunduğu hücre içi ortamdan plazma membranına ve transvers tübüllere doğru artışı sağlamakta, glukozun hücre içine yüksek hızda geçişi ile sonuçlanmaktadır (23). İnsülin olmadığı durumlarda, GLUT4'ün %90'ı veziküller şeklinde hücrenin iç taraflarında bulunmaktadır. İnsülinin salınımıyla birlikte, hücre yüzeyine hareketlenen veziküller, hücre membranında yarı oluşturarak membrandaki GLUT moleküllerinin sayısını arttırmakta ve dolayısı ile hücre içine glukoz girişini hızlandırmaktadır (22-24). Birçok klinik çalışmada, GLUT4'ün insülin aracılı glukoz alımı ve kas glikojen sentezinde temel kontrol edici basamak olduğu ve metformin ile egzersizin GLUT4 ekspresyonunu arttırarak, insülin duyarlılığını arttırdığı gösterilmiştir (22-25).

Egzersiz Türü

Egzersiz, insülin duyarlı dokularda insülin aktivitesine sinerjik etki nedeni ile tip 2 diyabette kan glukozunu düşürmede en temel unsurlardan biridir. Egzersiz, temel olarak anormal insülin salınımı ve periferik insülin direnci üzerinden etki etmektedir. Tip 2 diyabetli bireylerde egzersiz sırasında periferik dokulara oksijen taşınması artmaktadır. Özellikle düşük-orta egzersiz türü sonrası tip 2 diyabetli ve obez hastalarda kan glukozu azalmakta ve bu etki egzersiz sonrası dönemde de devam etmektedir (24,25).

Amerikan Diyabet Birliği ve Amerikan Spor Hekimliği Koleji 2010 yılında ortak yayınladıkları rehberde (24), aerobik egzersiz ile birlikte yapılan direnç egzersizlerinin, kan glukoz regülasyonunda en etkili egzersiz türü olduğuna dikkat çekmiştir. Tip 2 diyabetli bireylerde, hem direnç egzersizleri hem de aerobik egzersizler kan glukoz düzeyine etki etmektedir. Direnç egzersizlerinin şiddet ve yoğunluğu arttıkça açlık kan glukozunun olumlu yönde etkilendiği bildirilmiştir. Direnç egzersizleri, kas kütlesini geliştirerek insülin hassasiyeti üzerinde olumlu etki yaratmaktadır. Bununla birlikte direnç egzersizlerinin kas kuvvetini, dayanıklılığını ve esnekliğini arttırarak ve vücut bileşimini düzenleyerek, kardiyovasküler hastalık risk etmenlerini azalttığı, glukoz toleransı ve insülin duyarlılığında artış sağladığı bilinmektedir (24). Özellikle kadınlarda, yaş ile azaldığı bilinen kas kütlesinin arttırılması için ileri yaştaki bireylere direnç egzersizleri tavsiye edilmektedir (26). Aynı zamanda tip 2 diyabetli bireylerde GLUT4 proteininin ekspresyonunu arttıracığından direnç ve aerobik egzersizlerinin birlikte yapılması önerilmektedir.

Aerobik egzersizin de uzun dönemde glukoz metabolizmasına olumlu etkisi gösterilmiştir. Bu etkinin, aerobik egzersizlerin toplam vücut yağı ve santral yağ kütlesinde azalma sağlaması nedeniyle gerçekleştiği vurgulanmaktadır. Buna ek olarak aerobik egzersizlerin, iskelet kasında ve kan akımındaki değişimler ile insülin direncinin modifiye edilmesi yoluyla etki ettiği düşünülmektedir (26-28).

Her diyabetli bireyin metabolizması ve gereksinimleri farklıdır. Bu nedenle uygulanması önerilen egzersizin türü yaşa, cinsiyete, vücut ağırlığına ve diyabetin komplikasyonlarına göre farklı olmalıdır. Sonuç olarak, özellikle tip 2 diyabetli bireylerde aerobik ve direnç egzersizlerinin diyabete bağlı komplikasyon veya herhangi bir kontrendikasyon olmaması durumunda, etkili sonuç verebileceği vurgulanmaktadır (25).

Egzersiz Süresi

Metabolik eşdeğer dakikası (MET) olarak bilinen ve bu sistemin değişik aktivitelerde harcanan enerji miktarının basit bir şekilde anlaşılmasını sağlamakta olan bir tanımlamadır. MET, aynı zamanda kişinin dinlenme konusunda tükettiği oksijen miktarını ifade etmektedir. Bu değer, enerji tüketim hızı ve aktivite düzeyine bağlı olarak sınıflandırılır. Buna göre 1.5 MET hafif aktiviteleri ifade ederken, 4.5 MET orta düzeydeki aktiviteleri ve 6.0 MET şiddetli aktiviteleri ifade etmektedir. Amerikan Diyabet Birliği önerileri doğrultusunda, haftanın en az beş günü 30 dakika ve üstü orta şiddette (3-6 MET) aerobik egzersiz veya 75-90 dk/hafta yüksek şiddette (6 MET üzeri) aerobik egzersizler önerilmektedir (25). Aerobik egzersize ek olarak, haftada 2 kez direnç egzersizlerinin (2-4 set ve 8-10 tekrar) yapılmasının olumlu sonuçlara neden olduğu bildirilmiştir (25-26).

Hordern ve arkadaşlarının (25), 2012 yılında tip 2 diyabetli ve prediyabetli bireyler için hazırlanmış oldukları rehberde, hastaların orta yoğunlukta egzersiz yapmaları durumunda, haftada en az 210 dakika, şiddetli yoğunlukta egzersiz yapmaları durumunda ise haftada 125 dakika egzersiz önermektedir (25). Tek seferde yapılan aerobik egzersizin insülin duyarlılığına etkisi, egzersizin süresi ve yoğunluğuna bağlı olarak, 24-72 saat arasında sürmektedir (27). Bu bağlamda, egzersizle artan insülin hassasiyeti 72 saatten daha fazla sürmemesi nedeni ile 2 günden uzun fiziksel aktiviteye ara verilmesi önerilmemektedir (25-26).

Direnç egzersizlerinin ise insülin hassasiyeti üzerine daha uzun süre etki ettiği bilinmektedir. Bunun nedeni, direnç egzersizlerinin vücutta kas kütlelerini arttırırken, adipoz dokunun azalmasına neden olması olarak gösterilmektedir. Adipoz dokunun azalması, vücutta insüline karşı hassasiyetin artmasına neden olmakta ve böylelikle insülin etkinliğini daha uzun süre gösterebileceği anlamına gelmektedir (28). Direnç egzersizlerinin insülin hassasiyeti üzerine daha uzun süre etki göstermesi ve bu duruma bağlı olarak kan glukoz regülasyonunda olumlu etkilerinin olumlu olması nedeniyle, direnç egzersizlerinin haftada 2-3 kez yapılmasının uygun olabileceği bildirilmiştir (29).

Egzersiz Yoğunluğu

Egzersiz yoğunluğu arttıkça, kas, karaciğer ve kanda bulunan karbonhidratlar, egzersiz sırasında enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır (30-33). Egzersizin başında, kasların çalışması için gerekli enerjinin büyük bir kısmı kaslarda ve karaciğerde bulunan glikojen depolarından sağlanmaktadır. Uzun süreli aktivitelerde, karbohidrat depolarının kullanımından sonra intramuskular yağ depoları enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır (34). Egzersiz süresi arttıkça glukoz üretimi de hepatik glikojenolizden, glukoneogeneze doğru kaymaktadır (34-35). Tip 2 diyabeti olan ve diyabet dışında bir sorunu (iskemik kalp hastalığı, hipertansiyon gibi) olmayan genç bireylerde, yoğunluğu gittikçe artan aerobik egzersiz programları önerilmektedir (35).

Diyabetli bireylerin egzersiz öncesinde kan glukoz düzeylerini ölçmeleri ve yapacakları egzersizin yoğunluğuna göre (hafif, orta ya da yoğun) istenilen kan glukoz düzeylerini sağlayarak egzersize başlamaları önerilmektedir. Hipoglisemi riskini azaltmak için diyabetli bireylerin egzersiz öncesi kan glukoz düzeylerine göre (egzersiz yoğunluğu ve tipi göz önünde bulundurularak) egzersiz süresince veya sonrasında ek olarak almaları gereken örnek besin türleri ve miktarları Tablo 1'de gösterilmiştir (35).

Tablo 1. Diyabetli bireylerde egzersiz yoğunluğuna ve tipine uygun öneriler (ADA,1997)

Yoğunluk	Tipi	Kan glukozu	Ek besin (saat)	Öneriler
Ağır şiddet	Futbol Basketbol Kayak, yüzme	<80 mg/dL	50 g karbonhidrat	2 dilim ekmek/tost 1 bardak süt 1 meyve
		80-180 mg/dL	25-50 g karbonhidrat	1 bardak süt 1 meyve 1 dilim ekmek
		180-300 mg/dL*	Besine gerek yok	-
Orta şiddet	Tenis Koşu Yüzme Golf	<80 mg/dL	25-35 g karbonhidrat	1 bardak süt 1 meyve ya da 1 bardak süt 1 dilim ekmek
		80-100 mg/dL	10-15 g karbonhidrat	1 meyve ya da 1 dilim ekmek (8 kraker)
		180-300 mg/dL*	Besine gerek yok	-
Hafif şiddet	Yürüyüş 30 dakikadan az yavaş olarak bisiklete binme	<80 mg/dL	Her saat için 10-15 g karbonhidrat	1 meyve ya da 1 dilim ekmek
		80-100 mg/dL	Egzersizden önce 10-15 g karbonhidrat	1 meyve ya da 1 dilim ekmek
		>100 mg/dL	Besine gerek yok	-

*Kan glukoz düzeyi 300 mg/dL ise egzersizden önce ve sonra keton bakılması gerekir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Diyabetin tüm tiplerinde, tedavinin değişmez öğeleri hastanın eğitimi, tıbbi beslenme tedavisi ve egzersizdir. Bu tedaviler her hastada tanı anından itibaren başlamalı ve her değerlendirmede sorgulanmalıdır. Tip 2 diyabetlilerin tanıyı izleyen ilk 1 ay içerisinde diyetisyene yönlendirilmesi önerilmektedir. Diyabetli bireylere genel beslenme önerileri, 130 g'ın altında olmayacak şekilde düşük glisemik indeksli kompleks karbonhidrat, az yağlı diyet (toplam enerjinin < %30, günlük doymuş yağ alımı %7'nin altı, en düşük düzeyde trans yağ alımı, günlük 200 mg'ın altında kolesterol alımı), ayrıca, derisiz tavuk ve hindi gibi yağsız protein, balık ve az yağlı süt ürünlerini tercih etmeleri yönündedir. Beslenme programında diyetdeki posa miktarının her 1000 kkal için 14 g olacak şekilde düzenlenmesinin gerekliliği vurgulanırken, diyetle alınan sodyum miktarının azaltılmasının, sebze ve meyve miktarının artırılmasının, yağı azaltılmış süt ürünleri kullanılmasının ve kullanılan alkol miktarının azaltılmasının da olumlu etkileri olduğu belirtilmektedir.

Mevcut komplikasyonlara uyarlanarak planlanmış düzenli fiziksel aktivite, tüm diyabetli hastalara önerilmelidir. Egzersiz programının hedefi hastaya göre farklılık göstermekle birlikte, yarar sağlayabilmek için haftada en az 3 kez 20-30 dakika sürdürülmeli ve hasta için uygun submaksimal kalp hızına ulaşılmalıdır. İdeal olan haftada en az 150 dakika orta şiddette aerobik aktivite yapılmasıdır ancak özellikle ADA'nın 2010 raporuna göre, aerobik egzersiz ile birlikte yapılan direnç egzersizlerinin de kan glukoz regülasyonunda en etkili yöntem olduğu gösterilmiştir (29). Bu nedenle aerobik egzersizlere ek olarak haftada en az 2 kez direnç egzersizlerinin (2-4 set ve 8-10 tekrar) yapılması da olumlu sonuçlar yaratacaktır (26). Diyabetli veya prediyabetli kişilerde ağırlık kaybının sağlanabilmesi için egzersiz süresinin uzatılması gereklidir.

Sonuç olarak, yaşam tarzı değişikliği kapsamında beslenme tedavisi ve uygun bir egzersiz programı ile (egzersiz süresi, yoğunluğu ve tipi düzenlenerek)

insülin direncinde iyileşme sağlanabilmekte ve özellikle diyabet açısından yüksek riskli kişilerde diyabet gelişimi önlenebilmektedir.

Çıkar çatışması • Conflict of interest: Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler. • *The authors declare that they have no conflict of interest.*

KAYNAKLAR

- 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;20:537-44.
- World Health Organization, Diabetes Key Facts. 30 October, 2018. Available at: <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>. Accessed: November 12nd, 2018.
- American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2004;27:5-10.
- Tuomilehto J, Lindstrom J, EriksFoon JK, Valle TT, Hämäläinen H, et al. Finnish Diabetes Prevention Study Group. Prevention of type 2 diabetes by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 2001;344:1343-50.
- Diabetes Prevention Program Research Group. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med* 2002;346(6):393-403.
- Mitrakou A, Kelly D, Mokan M, Veneman T, Pang-burn T, Reilly J, et al. Role of reduced suppression of glucose production and diminished early insulin release in impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 1992;326:22-9.
- Porte D. Beta cells in type 2 diabetes mellitus. *Diabetes* 1991;40:166-80.
- Kahn SE, Prigeon RL, McCulloch DK, Boyko EJ, Bergman RN, Schwartz MW et al. Quantification of the relationship between insülin sensitivity and beta-cell function in human subjects. Evidence for a hyperbolic function. *Diabetes* 1993;42(11):1663-72.
- De Fronzo RA, Bonadonna RC, Ferrannini E. Pathogenesis of NIDDM. In: KPMM Alberti, P Zimmet, RA DeFronzo, H Keen (eds). *International Textbook of Diabetes Mellitus*. New York:John Wiley&Sons Ltd; 1997. 31:635-89.
- Del Prato S, Leonetti E, Simonson DC, Sheehen P, Matsuda M, DeFronzo RA. Effect of sustained physiologic hyperinsulinemia and hyperglycemia on secretion and insülin sensitivity in man. *Diabetologia* 1994;37:1025-35.
- Eriksson KF, Lidgarde F. Prevention of NIDDM by diet and physical exercise. The 6-year Malmo Feasibility Study. *Diabetologia* 1991;34(12):892-8.
- Chen L, Pei JH, Kuang J, Chen HM, Chen Z, Li ZW et al. Effect of lifestyle intervention in patients with type 2 diabetes: A meta-analysis. *Metab Clin Exp* 2015;64:338-47.
- Merlotti C, Morabito A, Pontiroli AE. Prevention of type 2 diabetes; a systematic review and meta-analysis of different intervention strategies. *Diabetes Obes Metab* 2014;16(8):719-27.
- Jeon CY, Lokken RP, Hu FB, van Dam RM. Physical activity of moderate intensity and risk of type 2 diabetes: a systematic review. *Diabetes Care* 2007;30(3):744-52.
- American Diabetes Association (ADA). Nutrition recommendations and interventions for diabetes. A position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care* 2008;31(Suppl 1):61-78.
- Tümer G, Çolak R. Tip 2 diabetes mellitusta tıbbi beslenme tedavisi. *J Exp Clin Med* 2012;29:12-5.
- American Diabetes Association (ADA). Diagnosis and management of type 2 diabetes mellitus in adults. *Diabetes Care* 2012;35(1):64-71.
- Stern L, Iqbal N, Seshadri P, Chicano KL, Daily DA, McGrory J, et al. The effects of low-carbohydrate versus conventional weight loss diets in severely obese adults: one-year follow-up of a randomized trial. *Ann Intern Med* 2004;140:778-85.
- Wild S, Roglic G, Gren A, Sicree R, King H. Global prevalence of diabetes. *Diabetes Care* 2004;27(5):1047-53.
- Tuomilehto J, Lindstrom M, Eriksson JG, Vale TT, Hamalainen H, Ilanne-Parika P, et al. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 2001;344:1343-50.
- Richter EA, Hargreaves M. Exercise, GLUT4, and skeletal muscle glucose uptake. *Physiol Rev* 2013;93(3):993-1017.
- Shepherd PR, Kahn BB. Glucose transporters and insülin action: Implications for insülin resistance and diabetes mellitus. *N Engl J Med* 1999;341:248-57.
- Funaki M, Randhawa P, Janmey PA. Separation of insulin signaling into distinct GLUT4 translocation and activation steps. *Mol Cell Biol* 2004;24(17):7567-77.
- Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR, 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(12):e147-67.
- Hordern MD, Dunstan DW, Prins JB, Baker MK, Singh MA, Coombes JS. Exercise prescription for patients with type 2 diabetes and pre-diabetes: A position statement from Exercise and Sport Science Australia. *J Sci Med*

- Sport 2012;15(1):25-31.
26. Boule NG. Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in type 2 diabetes mellitus. *Diabetologia* 2003;46:1071-81.
 27. Wallberg-Henriksson H, Rincon J, Zierath JR. Exercise in the management of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Sports Med* 1998;25:25-35.
 28. Zachwieja JJ, Toffolo G, Cobelli C, Bier DM, Yarasheski KE. Resistance exercise and growth hormone administration in older men: effects on insulin sensitivity and secretion during a stable-label intravenous glucose tolerance test. *Metabolism* 1996;45:254-60.
 29. American Diabetes Association (ADA). Standards of medical care in diabetes. *Diabetes Care* 2011;34(1):16-27.
 30. Boon H, Blaak EE, Saris WH, Keizer HA, Wagenmakers AJ, van Loon LJ. Substrate source utilisation in long-term diagnosed type 2 diabetes patients at rest and during exercise and subsequent recovery. *Diabetologia* 2007;50(1):103-12.
 31. Borghouts LB, Wagenmakers AJ, Goyens PL, Keizer HA. Substrate utilization in non-obese Type II diabetic patients at rest and during exercise. *Clin Sci (Lond)* 2002;103(6):559-66.
 32. Colberg SR, Hagberg JM, McCole SD, Zmuda JM, Thompson PD, Kelley DE. Utilization of glycogen but not plasma glucose is reduced in individuals with NIDDM during mild-intensity exercise. *J Appl Physiol* 1996;81(5):2027-33.
 33. Wang Y, Simar D, Fiatarone SMA. Adaptations to exercise training within skeletal muscle in adults with type 2 diabetes or impaired glucose tolerance: a systematic review. *Diabetes Metab Res Rev* 2009;25(1):13-40.
 34. Wahren J, Ekberg K. Splanchnic regulation of glucose production. *Annu Rev Nutr* 2007;27:329-45.
 35. Martha M, Funnell MS. American Diabetes Association: Life with Diabetes: A Series of Teaching Outlines. 5th ed. University of Michigan Diabetes Research and Training Centre; 1997.