

## **Diyabetes Mellitusta Postür, Denge ve Yürüme Bozuklukları**

Disorders of Posture, Gait and Walking in Diabetes Mellitus

M. Taylan Peköz<sup>1</sup>, Yakup Sarıca<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Adana Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Nöroloji Anabilim Dalı, ADANA

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroloji Anabilim Dalı, ADANA

*Arşiv Kaynak Tarama Dergisi (Archives Medical Review Journal) 2012; 21(3):151-162*

### **ABSTRACT**

There are several different complications of diabetes mellitus in many body systems. Diabetic neuropathy is one of the most important neurological complication of diabetes mellitus. Neurological complications of diabetes mellitus are predisposing factors for the development of posture, gait and balance disorders and falls. These issues have been briefly reviewed in this article.

**Keywords:** Diabetes Mellitus, Gait, Balance, Posturography, Falls

### **ÖZET**

Diabetes mellitus vücudun birçok sisteminde çeşitli komplikasyonlara yol açar. Diyabetik nöropati, diyabetin önemli nörolojik komplikasyonlarından biridir. Diyabete bağlı nörolojik bozukluklar postür, denge ve yürüme bozukluklarının ve düşmelerin gelişiminde predispozan faktörlerdir. Bu konular bu derlemede kısaca gözden geçirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Diyabetes Mellitus, Yürüme, Denge, Postürografi, Düşme

### **Giriş**

Diyabetes mellitus (DM), insülin eksikliği veya insülinin etkisiz kalması sonucu oluşan hiperglisemi yanında karbonhidrat, protein ve yağ metabolizması bozukluğu ile seyreden kronik metabolik bir sendromdur<sup>1</sup>. Hemen her yaşta ve cinsiyet ayırımı gözetmeyen, komplikasyonları nedeniyle yaşam kalitesini ve süresini etkileyen ve toplumda yaklaşık 8 kişiden birinde

görülen kronik bir hastalıktır. Tüm toplum ve ırklarda görülebilen bu hastalık sinsi seyirli olması nedeniyle kayıtların en iyi yapılabildiği ülkelerde bile gerçek prevalansı saptamak mümkün olamamaktadır. Prevalans bölgeler arasında farklılık göstermektedir<sup>2</sup>. İleri yaşta ve kadınlarda daha sık görüldüğü bilinmektedir<sup>1</sup>.

Hastalığın patogenezi klinik tiplere göre farklılık göstermektedir. Tip I DM'de pankreasın beta hücrelerinde genetik ve immünolojik faktörler sonucu harabiyet vardır. Tip II DM'de insüline karşı periferik direnç, insülin sekresyonunda azalma ve aşırı hepatik glukoz üretimi mevcuttur. İnsülin direncinin nedeni periferdeki insülin fonksiyonunun azalması ve hepatik glukoz üretiminin artmasıdır. Tüm bu olaylarda primer neden kesin bilinmemekle birlikte hastalığın çevresel ve genetik etkiler sonucu geliştiği düşünülmektedir<sup>3,4</sup>.

Diyabetes mellitus tanısının konabilmesi için bir veya daha fazla ölçümde plazma açlık kan glukoz düzeyi  $\geq 126$  mg/dL (7.0 mmol/L) olarak bulunması ve/veya oral glukoz tolerans testinde 2. saatte bakılan plazma glukoz düzeyi ve 0-2 saatler arasındaki değerlerden en az birinin veya herhangi bir zamanda bakılan plazma tokluk glukoz seviyesinin  $\geq 200$  mg/dL (11,1mmol/L) olarak bulunması gerekmektedir. Anormal düzeyde saptanan kan glukoz değerinin bir kez daha kontrol edilmesi gereklidir. Açlık kan glukoz düzeyinin 100-125mg/dL (5.6 - 6.9 mmol/L) arasında olması 'Bozulmuş Açlık Glukozu' (impaired fasting glukoz, İFG) olarak adlandırılır. Oral glukoz tolerans testinde 2. saat tokluk kan glukoz düzeyinin  $\geq 140$  mg/dL ve 200 mg/dL arasında saptanması ise 'Bozulmuş Glukoz Toleransı' (impaired glucose tolerans, İGT) olarak tanımlanır<sup>5</sup>.

Hastalığın seyri sırasında hipoglisemi, nonketotik hiperosmolar koma, diyabetik ketoasidoz gibi akut, vasküler yapılar, göz, böbrek ve sinir sistemine ait kronik komplikasyonlar ortaya çıkar. Bunlar içerisinde postür ve yürümeyi etkileyen nedenlerden belki de en önemlisi diyabetik nöropatilerdir.

Diyabetik nöropati (DPNP), subklinik olarak da seyredabilen, periferik nöropatiye neden olabilecek diğer faktörlerin olmadığı, sadece DM zemininde

gelişen bir hastalık olarak tanımlanabilir. Tip I ve Tip II DM'nin en sık görülen komplikasyonlarından. Nöropati Tip I DM'de geç dönemde ortaya çıkarken, Tip II'de erken dönemde de görülebilir. Prevelansı hastalık süresine göre değişmekle birlikte, yaklaşık olarak DM'li hastaların % 50'sinde diyabetik nöropati gelişir<sup>6,7</sup>. İlk DM tanısı konduğunda hastaların % 20'sinde nöropati gelişmiştir. Diyabet esas olarak kranial sinirler de dahil olmak üzere periferik sinir sisteminin farklı komponentlerini etkiler. Sinir lifi tiplerinin tümünü etkilemesine karşın daha çok kalın miyelinli lifleri tutmaya eğilimlidir. Hastalığın herhangi bir döneminde ince miyelinli ve miyelinsiz lifler de etkilenebilir<sup>8,9</sup>.

İlgili bölümlerde değinileceği gibi, gerek duysal afferentleri gerekse motor efferentleri etkileyebilen diyabette gelişen nöropati nedeni ile postür, denge ve yürüme etkilenebilir. Aşağıda önce yürüme, denge ve postürün fizyopatolojisi ve diyabetik nöropatinin bu işlevler üzerindeki etkileri gözden geçirilmiştir.

### **Denge**

Dengeyi etkileyen temel faktörler; yerçekimi merkezinin yeri, destek yüzeyi, stabilite sınırı, çevresel durumlar, amaç ve yapmak istenilen iştir<sup>15</sup>.

Yerçekimi merkezi (center of mass; CoM), vücuda etki eden tüm kuvvetlerin sıfıra eşit olduğu yer olup, normal bir kişide ayakta durma sırasında ikinci sakral vertebranın hafifçe önündedir. Gövdenin, başın ve ekstremitelerin hareketi ile sürekli yer değiştirir<sup>14,16</sup>. Destek yüzeyi, vücut ağırlığı ve yerçekiminin etkisi ile oluşan basıncın taşındığı vücut yüzeyidir. Ayakta durma sırasında destek yüzeyi ayaklar, oturmada uyluklar ve kalçalardır.

Destek yüzeyinin büyüklüğü, denge becerilerinin zorluk derecesi ile değişmektedir<sup>14,16,17</sup>. Nötral pozisyonda, pelvisin öne veya arkaya tilti yoktur. Ayaklar arasında simetri ve eşit yük dağılımı vardır. Bu durumda minimal aktif kas kontraksiyonu düzgün duruş için yeterlidir. Ayaklar hareketsiz dururken, üst gövde öne, arkaya ve yanlara denge kaybı veya adım alma olmaksızın hareket edebilir. Hareketler "stabilite sınırı" içerisinde yapılabilir. Stabilite

sınırı; denge kaybı veya düşme olmaksızın, vertikale göre gövdenin üst bölümlerinin oluşturduğu maksimal açı olarak tanımlanmaktadır. Bu sınır aşıldığında denge bozulmaya başlar ve normal postür için gerekli cevaplar refleks olarak geliştirilir<sup>15,16</sup>. Yerçekimi merkezini destek yüzeyi üzerinde tutma biyomekanik bir iştir ve bu iş sürekli değişen bir çevrede başarılmak zorundadır. Periferik duyu reseptörleri çevre hakkında, ayrıca vücudun çevre ile ve vücut segmentlerinin birbirleri ile ilişkisi hakkında bilgi toplarlar. Santral duyu reseptörleri ise vücut oryantasyonu sağlamak, uzaysal pozisyonun farkına varmak, çevredeki elverişli durumları veya engelleri saptamak için bu bilgileri kullanırlar.

Çevre sürekli değişir ve bu ortamdaki farklı durumlar dengenin korunmasını zorlaştırabilir<sup>18</sup>. Ancak sürdürülen dengeli duruş, kişinin amacına ve yapmak istediği işe göre istemli olarak da bozulabilir. Ayakların pozisyonunu değiştirmek, telefona uzanmak, bir objeden kaçmak gibi durumlar, kişinin sürekli kendi kendine başlattığı denge bozukluklarıdır ve lokomasyonun kaçınılmaz bir bileşenidir. Bu istemli ya da istemsiz postüral sapmalar -dengesizlik hali oluşmadan- fizyolojik sınırlar içinde tutulmak üzere refleks düzeltmelerle kompanze edilir<sup>14,15,16</sup>.

### **Dengenin Değerlendirilmesi**

Dengenin değerlendirilmesi düşme riskinin saptanmasına ve ortaya çıkabilecek problemleri önlemeye yönelik tedavi yaklaşımlarını geliştirmeye yardımcı olur. Dengenin klinik, laboratuvar ve fonksiyonel yaklaşımlarla değerlendirilebilir<sup>19,20</sup>. Klinik yaklaşımda kullanılan ölçümler zamanlı topuk parmak (tandem) duruşu, tek ayak üzerinde durma gibi statik denge testleridir. Postür üzerinde görsel uyarıların etkisini ayıklamak üzere bu test gözler açık ve gözler kapalı halde uygulanabilir. Vellas ve ark (1997) tek ayak üzerinde durma esnasında dengenin değerlendirilmesi ile yaşlılarda postüral stabilite düzeyinin kolayca test edilebileceğini göstermişlerdir<sup>21</sup>. Çok basit, zaman almayan, ucuz bir testtir; ancak test esnasında düşmenin engellenmesi gerekir.

Laboratuvar yaklaşımında, çeşitli alet ve kuvvet platformları kullanılarak dinamik postural salınımların ölçüldüğü denge testleri yapılır. Laboratuvar denge değerlendirmeleri sıklıkla statik ve dinamik denge testlerini birleştirir. Zaman ölçümüne ek olarak daha kantitatif veriler sağlanır.

Fonksiyonel yaklaşımlar ise kişinin günlük yaşam aktivitelerini gerçekleştirirken mobilite, stabilite ve düşmeye eğilim gibi parametrelerini değerlendirmek için yararlanılan test bataryalarını veya ölçeklerini kapsar. Birincil olarak düşme riski olan hastaların hangi durumlarda dengelerini kaybetmeye daha yatkın olduğu belirlenir. Bu amaçla kullanılan testler Zamanlı Kalk Yürü Testi, Berg Denge Testi, Fonksiyonel Uzanma Testi, Tinetti Testi ve postural stres testleridir<sup>19,20</sup>.

### **Postürografi**

Postürografi dengeyi ölçme metodu olup, baş dönmesi ve / veya dengesizlik problemi olan hastaların denge sorunlarının temporo-spatial ve sayısal dökümünü sağlayan bir testtir. Bu test ile çeşitli yüzey ve görsel çevre durumları taklit edilerek hastanın ayakta denge fonksiyonu kantitatif olarak ölçülür. Postürografi ile hastanın vestibüler, görsel ve proprioseptif verilerini yeterli ve eşgüdümlü bir şekilde kullanıp kullanmadığı değerlendirilir<sup>13</sup>.

Postürografinin en önemli fonksiyonu ise dengenin bozulmuş olan unsurlarının görsel geri besleme (visual feedback) metodu ile düzeltilerek denge rehabilitasyonunun temelini oluşturmasıdır. Klinik olarak postürü izlemeye ve farklı lezyon tiplerine bağlı olarak gelişebilen insitabilededeki farklılıkları saptamaya, serebellar veya omurilikteki bir lezyona bağlı olarak ortaya çıkabilecek ataksinin kliniğini karşılaştırarak analiz etmeye olanak sağlamaktadır. Postürografi denge sorunlarına yol açan hastalıkların tanısında tamamlayıcı inceleme yöntemlerinden biridir<sup>13</sup>.

Tanısal amaçlar dışında görsel geri besleme aracılığı ile rehabilitasyonda, ilaç etkilerinin monitörize edilmesinde, protezler gibi ortopedik araç ve gereçlerin etkilerinin analiz edilmesinde, çocuk gelişiminde yer alan, -anlama

ve kavrama gibi zihinsel süreçler de dahil olmak üzere- gelişimsel faktörlerle duruş kontrolü arasındaki ilişkilerin araştırılmasında da kullanılabilir<sup>22</sup>. Postürografi elektronistagmografi (ENG), odyometri ve radyodiagnostik (BT, MRG) gibi yöntemlerin yerine geçemez. Ancak bu testlerden elde edilemeyen denge sisteminin fonksiyonuna yönelik bilgileri sağlayarak tamamlayıcı rol oynar.

### **Postürografi Yöntemleri ve Endikasyonları**

Postürografi cihazları basınç sensörleri ile donatılmış platformlardan oluşur. Sensörler bir platform üzerinde dik duran kişinin ayak tabanındaki basma yüzeylerinde postüral sınımlar nedeniyle oluşan basınç değişimlerini algılayarak elektrik sinyallerine çeviren düzeneklerdir. Platform üzerindeki çeşitli egzersizler ve farklı pozisyonlar hasta ayağının uyguladığı basıncın değişimine yol açar. Bedenin postüral sınımları yaşlı kişilerde özellikle artar ve bu sınımlar arttıkça düşme riski de artar. Bu durum postürografinin düşme tehdidi altında bulunan kişileri tespit etmede klinik bir araç olarak kullanılabileceğini gösterir.

Ölçülebilir temel parametreler arasında genel denge, postüral sınımlarının fourier analizleri, ağırlık yüzdesi, ayakların topuk ve parmak arası mesafeleri, sol ve sağ ayak arası senkronizasyon basınç paternleri de sayılabilir. Gözler açık, düzgün ve sert zemin üzerinde hareketsiz duruş postürografi için referans pozisyonudur. Gözler kapalı (vizüel girdiyi kısıtlar), köpük yastıkçıklar üzerinde (somatosensoriel girdiyi kısıtlar), ya da her iki durumu kapsayacak şekilde, baş sağa, sola, öne, arkaya eğilimli tutularak ölçümler yinelenabilir. Platformu hareket ettirerek de çeşitli ölçümler yapılabilir. Böylelikle denge için farklı girdi sistemleri zaman zaman devre dışı bırakılarak belirli bir duyu sistem ya da sistemler üzerinde stres yoğunlaştırılır ve postüral denge üzerinde bu sistemlerin etkileri ayrı ayrı sergilenebilir. Keza, referans konuma ait bulgular ile karşılaştırma sorunun hangi sistem ya da sistemlerden kaynaklandığına dair bilgi verebilmektedir<sup>15</sup>.

### Yürüme

Postür, denge ve hareketi (yürüme) kapsayan lokomasyon başlıca proprioseptif, vestibüler ve kısmen görme sisteminin işbirliği ile gerçekleşen işlevlerdir. Sürekli değişen çevre ve beden koşulları fizyolojik koşulları da sürekli değiştirmektedir. Değişen koşullara adaptasyon sağlayan mekanizmalar bu 3 sistemin eşgüdümü ile gerçekleştirilir. Örneğin farklı hız ve farklı zeminlerde, adımlamaya başlamak, durmak, dönüşlerde adımlamayı değiştirmek için bu eşgüdümün sağlanması ve bunun için de bu sistemlerin sağlıklı olması gerekir.

Ayaktayken ve yürürken bireyin dik pozisyonda kalması için gereken pek çok postural yanıtın sinerjisine denge denir. Ayakta durma aktif bir süreçtir ve bu süreçte vücut salınımları ayaklar tarafından sağlanan taban desteği sınırları içerisinde tutulur. Dik, bipedal pozisyonda yürüme için 4 öge gerekir; (1) vücudun yerçekimine karşı destek, (2) adımlama, (3) dengenin sürdürülmesi ve (4) ilerlemeyi sağlayabilmek. Bu mekanik prensiplerden biri veya daha fazlasının bozukluğu ile yürüme işlevi bozulur. Denge, yerçekimi ve hareketin yönüne bağlı olarak vertikal postürün sürekliliğini sağlamaktır. Yürüme sırasında ağırlık bir ayaktan diğerine yer değiştirirken, ağırlık merkezi yanlara ve öne doğru yer değiştirir. İleri derecede duyarlı olan periferik ve santral postural refleksler görsel, vestibüler ve proprioseptif sistemlerden gelen bilgiye göre aktive edilerek eşgüdümlü bir şekilde çalışır (postüral adaptasyon) ve yürüme dengesine katkıda bulunurlar<sup>10,11,12</sup>.

Adaptasyon çevrenin, vücudun ve devam eden istemli aktivitenin yarattığı değişim ve çelişkilere karşı lōkomotor ve denge sinerjilerinin ayarlamasıdır. Normal bireylerde herhangi bir zamandaki yürüyüş paterni kişinin çevreyi algılamasına, vücudun kondisyonuna (giysiler, ayakkabılar ve hastalık) ve kişinin amacına bağlıdır. Lōkomotor ve denge sinerjilerine ek olarak güvenli bir yürüyüş için şunlar gereklidir: 1) çevre koşulları hakkında bilgi ve ortamdaki vücudun pozisyonu ile ilgili derin duyu, vestibüler ve görsel yollarla taşınan bilgi, 2) gelen bilgilerin birleştirilmesi ve yorumlanması, 3) kemikler, eklemler ve kaslar aracılığı ile güç üretebilme yetisi, (4) üretilen gücü optimum

performans için ayarlayabilme, 5) çevrenin gereksinimlerine karşı lökomotor ve denge sinerjilerini seçme ve adapte etme yetisi ve bunun için bireyin yetenekleri<sup>11,12</sup>.

Diyabetik polinöropatilerde polinöropatik tutuluş nedeni ile duysal girdilerde bozulma oluşur. Bunun sonucunda diyabetiklerde de arka kordon hastalıklarındakine benzeyen yürüme ve denge kusurları ortaya çıkar. Derin duyu bozukluğunda (örneğin tabes dorsalis ya da subakut kombine dejenerasyon gibi arka kordon hastalıklarında olduğu gibi) görsel girdiler ortadan kalktığında dengelerini koruyamazlar. Hastalar bacaklarını ölçüsüz şekilde öne doğru fırlatarak ve yere önce topuklarıyla basacak şekilde yürürler. Gözler kapatılınca yürüme bozukluğu belirgin şekilde artar. Bu hastalar karanlıkta yürüme güçlüğünden yakınırlar. Yürüyüş sırasındaki dengesizliğini kompanse etmek için hastalar gözleri ile uzaysal konumlarını kontrol ederler. Ayaklarını bitiştirerek ayakta dururken gözlerini kapattıkları zaman oldukları yerde sallanır, hatta düşerler. Buna "Romberg belirtisi" denir. Eğer polinöropati motor lifleri de etkilemiş ise -diyabetiklerde genellikle distal simetrik polinöropati görüldüğünden-, özellikle distal kaslarda güçsüzlük oluşur. Bu da ayakta dururken en çok yayanılan ayak bilek stabilitesini bozacağından, duysal tutuluşa ek motor tutuluş nedeniye, postüral stabiliteyi korumak daha da zorlaşabilir.

Denge birçok sistemin işe karıştığı karmaşık bir sistemdir, düşmeden veya aşırı sallanma olmaksızın duruşu koruyabilme (postüral stabilite) yetisidir. Normal denge fonksiyonu, vücudun durağan veya hareket halinde dik pozisyonunu koruyabilme becerisini sağlar. Bunun olabilmesi için vestibüler, görsel, ve proprioseptif sistemlerden kesin veriler alınmalı, bu bilgiler bağdaştırılmalı, gereksiz bilgiler elenmeli ve seçilenler ile uygun harekete başlanmalıdır. Tüm bunların gerçekleşebilmesi için sağlam bir nörolojik sistem ve kas/iskelet sistemi (destek ve güç) gereklidir. Özetle; organizmanın içinde bulunduğu uzayı doğru bir şekilde algılayabilmesi ve mekanla ilişkisini düzenlemesi postür ve dengeyi düzenleyen çok sayıda sistemin uyumlu bir biçimde çalışmasıyla mümkündür<sup>13</sup>. Diyabet bu sistemlerden bir ya da



birkaçını etkileyerek denge ve yürüme bozukluklarına neden olabilmektedir.

### **Diyabetes Mellitusta Yürüme Bozuklukları**

DM duysal, motor ve/veya otonom tutulumlu, klinik olarak subklinik veya ağır işlev kayıplarına yol açabilecek nöropatlere yol açtığı bilinmektedir. Bu nedenle hem afferent hem de efferent sistemleri bozarak postür ve normal yürüme için gerekli olan fizyolojik durumu bozarak postür, denge ve yürüme bozuklukları için zemin oluşturur. Hem duysal hem de motor işlevlerin bozulduğu nöropatilerde denge ve yürüme bozuklukları geliştiği gibi, aynı zamanda gelişen ayak yaraları da yürüyüş problemlerini artırır.

Diyabetik nöropatili olgularda dorsal fleksiyon sırasında ayak bileğindeki ve subtalar eklemdeki hareket açıklığı sağlıklı bireylere göre daha azdır. EMG çalışmaları ile soleus, medial gastrocnemius ve medial hamstring kaslarının yürüyüşün başlatılma evresinde daha erken, buna karşılık bu kaslarla birlikte yürümenin durdurulma evresinde vastus medialisin daha geç aktive olduğu bildirilmektedir. İlk stance döneminde soleus ve medial gastrocnemius kaslarının aktivitesi daha erken başlamaktadır. Böylece yürüyüş hızı yavaşlamış ve basma fazı uzamıştır. Yer ile ayağın temas süresinin uzamış olması ayak tabanında mekanik etkiyi arttırarak ayak yaralarının ortaya çıkmasını kolaylaştırmaktadır<sup>23</sup>. Diyabetik ayak gelişimini açıklamaya çalışan ikinci teori ayak tabanının yere kontrolsüz çarpmasına dayandırılmaktadır.

Diyabetik nöropatinin ileri evrelerinde motor liflerin tutulumuyla kas güçsüzlüğü ve atrofi ortaya çıkar. Söz konusu tutulum başlangıçta alt ekstremiteleri etkiler. İnterensek ayak kaslarının yanı sıra ön ve arka tibial grup kaslarda da işlev bozukluğu gelişir. Diyabetik nöropatili bireylerde yürüme esnasında başta tibialis anterior olmak üzere peroneus longus ve soleus kaslarının rekrutmanının geciktiği elektromiyografik olarak gösterilmiştir<sup>24</sup>. Bunun sonucu olarak basma ortası fazında ayaklar sağlıklı kişilere göre daha erken yere basmakta, taban ön bölgesi daha uzun süre yerle temas etmekte ve bu bölgede basma sırasında diğer taban alanlarına

göre daha fazla basınç uygulanmaktadır. Bu durumun taban yaralarından da sorumlu olduğu ileri sürülmüştür. Ancak burada sorumlu olan artan basınç değil yürüş sırasında tabanın ani temasını önleyemeyen tibialis anterior kasındaki güçsüzlüğün birincil neden olduğu ifade edilmiştir<sup>25</sup>.

Yürüyüş ve postür kontrolünde temel öğelerden biri alt ekstremiteler ve özellikle ayak bileğinden gelen duysal ve kinestetik (iğcik kaynaklı) bilgidir. Bu kas iğcikleri “bag” ve “chain” liflerinden oluşmaktadır. Bu lifler duysal ve motor innervasyona sahiptir. Motor innervasyonları ön boynuzda yerleşmiş gama motor nöron tarafından gerçekleştirilir. Duysal innervasyonlar ise “bag” liflerindeki primer sonlanmalardan la lifleri ile “chain” liflerindeki sekonder sonlanmalardan ise grup II lifleri ile sağlanır. Duysal ve motor nöropatili kişiler güçsüz ve sınırlı ayak bileği aktivitesi ve azalan duysal bilgi akışına karşı bir telafi mekanizması olarak kalçalarındaki kas aktivitesini artırırlar. Buna bağlı olarak da diyabetik nöropatili kişilerin yürüme hızının yavaşladığı, adım açıklığının azaldığı, bilek hareket genliğinin küçüldüğü, anteroposterior yer reaksiyon gücünün azaldığı gösterilmiştir. Duysal girdiler, vücudun çevreye, yerçekimine oryantasyonunu sağlamak için gereklidir. Postural refleksi oluşturmak için gerekli duysal girdiler yetersizse hasta stabilitesini koruyamaz. Diyabetiklerde bileğin eksteroseptif ve proprioseptif duyu algılaması yetersizdir, bu nedenle adaptif bir strateji olarak bileğin plantar fleksiyonunu azaltarak dengeyi sağladıkları ileri sürülmüştür<sup>23</sup>.

### **Sonuç**

Diyabetes mellitusta gerek afferent (duysal) gerekse efferent (motor) sinir sistemi tutuluşları nedeniye postüral denge bozulabilir. Bunun sonucunda postüral instabilite görülebilir. Yürüme bozuklukları, özellikle duysal ataksi, geniş tabanlı duruş ve geniş tabanlı yürüme yanında yürüme hızının yavaşlaması ile karakterize olabilir. Yürüme ve postüral dengenin klinik testler ve postürografik olarak analiz edilmesi özellikle düşme riskinin önceden saptanmasına yardımcı olabilir. Düşmelerin önlenmesi ile hastaların olası ortopedik sorunlarının gelişmesine engel olunabilir. Bu önlemler hastaların

günlük yaşam kalitesine ciddi katkıda bulunacaktır.

### Kaynaklar

1. Peksen Y. Diyabetik Ayak. In: Diabetes Mellitus Epidemiyolojisi. Gülman B, Ed. 2.Baskı Ofset, Samsun. 2000: 11-26.
2. Laakso M. Tip 2 diyabetin epidemiyolojisi ve tanısı. Çeviri editörü: Akman A C. Tip 2 Diyabet.1.baskı. ADA Ltd. Şti. İstanbul. 2004: 1-12.
3. Alvin C. Diabetes Mellitus. Braunwald E, Fauci A, Kasper D, Hauser S, Lango D, Harrison. 15thEd., McGraw-Hill Company, New York. 2000: 2114-2125.
4. American Diabetes Association. Diagnosis and Clasification of Diabetes Mellitus. Diabetes Care. 2004; 27:5-14.
5. American Diabetes Association. Screening for type 2 diabetes. Diabetes Care. 2004; 27:Suppl 1:11-14.
6. Ritz E, Reinhold S, Nephropathy in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. N Engl J Med .1999; 341:1127-1133.
7. Boulton AJM, Malik RA. Diabetic neuropathy. Prevention and treatment of diabetes and its complications. Med Clin North Am. 1998; 82:909-929.
8. Boulton AJ, Vinik I, Arezzo JC, Bril V, Feldman EL, Freeman R et al. Diabetic Neuropathies. Diabetes Care. 2005; 28:956-962.
9. Tunçbay T, Tunçbay E. Nöromusküler Hastalıklar. 1. Baskı, Ege Üniversitesi, İzmir., 2000: 357-371.
10. 10. O'Sullivan S.B. Assessment of motor functions. In: Physical Rehabilitation Assessment and Treatment, O'Sullivan SB, Schmitz TJ, editors. F.A. Davis Company, Philadelphia. 2001: 177-212.
11. Allison L, Fuller K. Balance and vestibular disorders. In: Neurological Rehabilitation Umphred D (eds), Aharcourt Health Sciences Company, New York. 2000; 116: 616-660.
12. Karatas M. Denge ve Koordinasyon, In: Temel ve Uygulanan Kinezyoloji. Editör: Akman N, Karatas M., Haberal Eğitim Vakfı, Ankara. 2003: 281-288.
13. Guyton AC. Beyin sapı ve bazal gangliyonların motor fonksiyonları, Retiküler formasyon, vestibüler aparey, denge ve beyin sapı refleksleri. In:Textbook of Medical Physiology , Merk Yayıncılık, Guyton AC. (Ed) Ankara. 1986: 887-905.
14. Nutt JG, Horak, FB. Gait and balance disorders. In: Watts RL, Koller WC, editors. Movement Disorders. McGraw-Hill Companies, New York. 1997: 649-660.
15. 15. Berg KO, Kairy D. Balance interventions to prevent falls. Generation 2003; 26: 75-78.
16. 16. American Geriatrics Society, British Geriatrics Society and American Academy of Orthopedic Surgeons Panel on Falls Prevention. Guideline for prevention of falls in older persons. J Am Geriatr Soc 2001; 49: 664-672.

17. Vellas BJ, Rubenstein LZ, Ousset PJ, Faisant C, Kostek V, Nourhashemi F, et al. One-leg standing balance and functional status in a population of 512 community living elderly persons. *Aging(Milano)*. 1997; 9: 95-98.
18. Üneri A. Bilgisayarlı dinamik postürografi. In: *Vertigo*, Editör: Ardiç FN, Güven Kitapevi, İzmir. 2005: 95-108.
19. Nashner LM, Peters JF. Dynamic posturography in the diagnosis and management of dizziness and balance disorders. *Neurol Clin*. 1990; 2: 331- 349.
20. Adams RD, Victor M, Brown RH, Ropper AH. *Principles of Neurology*. 9th Ed Mc Graw Hill, New York. 2005: 110-114.
21. Camicioli R, Panzer VP, Balance in the Healthy Elderly, *Arch Neurol*. 1997; 54(8):976-981.
22. Dagmar Timmann, Hans Christoph Diener. Coordination and Ataxia. In Goetz C, *Textbook of Clinical Neurology*, 3rd ed, Saunders, New York. 2007: Chapter 17.
23. Kwon OY, Minor SD, Maluf KS, Mueller MJ. Comparison of muscle activity during walking in subjects with and without diabetic neuropathy. *Gait and posture*. 2003; 18:102-11.
24. Abbound RJ, Rowley DI, Newton RW. Lower limb muscle dysfunction may contribute to foot ulceration in diabetic patients. *Clinical biomechanics*. 2000 Jan; 15(1) :37-45.
25. Sacco ICN, Amadio AC, Influencia of the diabetic neuropathy on the behavior of electromyographic and sensorial responses in treadmill gait. *Clinical Biomechanics*. 2003; 18:426-434.

**Yazışma Adresi:**

Dr. Taylan Peköz  
Adana Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi  
Nöroloji Anabilim Dalı  
ADANA  
Email: taylanpekoz@gmail.com