

# Diyabetik Nöropatide görülen biyomekanik değişiklikler

## BIOMECHANICAL CHANGES SEEN IN DIABETIC NEUROPATHY

Duygu AKTAR REYHANIÖĞLU<sup>1</sup>, Bilge KARA<sup>1</sup>, İhsan Şükrü ŞENGÜN<sup>2</sup>, Gaye YILDIRIM<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Fizik Tedavi Ve Rehabilitasyon Yüksekokulu, İzmir

<sup>2</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Nöroloji Anabilim Dalı, İzmir

### ÖZ

Diyabetik periferik nöropati, diyabetin uzun dönem ve önemli bir komplikasyonudur. Diyabetli olgularda yüksek glukoz düzeyine uzun süreli maruz kalınması, periferik sinirlerin hasarlanmasına sebep olur. Diyabetik nöropatide görülen sinir hasarları ile ayak duyası azalması ve kas zayıflığı ortaya çıkar ve sonuç olarak yürüyüş ile denge etkilenir. Yürüyüş ve dengedeki bozulmalar düşme riski insidansını artırır. Farkındalığın artması ve diyabetik nöropatiye uygun yaklaşımların ortaya konması, morbiditenin ve yüksek düzeydeki sağlık giderlerinin azaltılmasını sağlar.

**Anahtar Kelimeler:** Diyabetik periferik nöropati, denge, yürüyüş

### ABSTRACT

Diabetic peripheral neuropathy is an important and long-term complication of diabetes. Prolonged exposure to high blood glucose levels in diabetic subjects, causes damage to the peripheral nerves. Due to nerve damage in diabetic neuropathy decreased foot sensation and muscle weakness occurs and as a result; gait and balance are affected. Abnormalities in gait and balance increases risk of fall incidence. The increase in awareness and suitable approaches to the diabetic peripheral neuropathy has led to reduced morbidity and substantial health care cost.

**Keywords:** Diabetic peripheral neuropathy, balance, gait

## Duygu AKTAR REYHANIÖĞLU

Dokuz Eylül Üniversitesi,

Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon

Yüksekokulu,

İZMİR

orcid.org/0000-0001-6633-8440

## Diyabete Genel Bakış

Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre Tip II diyabetes mellitus hastalığı en hızlı ilerleyen sağlık problemi olarak ortaya konmuştur (1). Dünya çapında ciddi bir sağlık sorunu olan diyabetten 2035 yılı tahminlerine göre dünya genelinde 592 milyon, Türkiye’de ise 12 milyon kişinin etkilenmesi beklenmektedir (2).

Periferik nöropatinin en sık diyabet kaynaklı olduğu ve nöropati prevalansının hastalığın ciddiyeti ile birlikte %66 oranına ulaştığı bilinmektedir (3). Yüksek oranlarda görülen nöropatinin gelişiminde, sinir iskemisinin rol oynadığı düşünülmektedir (4). Sinir hasarı ile başlayan problemler hastalığın progresyonu ile birlikte bütün sistemlere yayılabilmektedir. Bu nedenle erken teşhis hayati önem taşımaktadır (5). Teşhis; klinik muayene, kan

testleri ve altın standart olarak kabul edilen sinir iletim testleri ile konulabilir (6).

### Diyabetik Periferik Nöropatide Sınıflama ve Klinik Bulgular

Periferik nöropati; simetrik polinöropati ve asimmetrik nöropati olarak iki gruba ayrılmıştır. Simetrik polinöropatiler; akut duysal, kronik sensorimotor ve otonomik olarak sınıflandırılmışlardır. Asimmetrik nöropatiler ise fokal ve multifokal nöropatilerdir. Bunlar kranyal, trunkal gibi lokal tutulumu neden olan nöropatilerdir (6).

Akut diyabetik periferik nöropatide duysal semptomlar genel olarak simetrik–distal tutulumlu ve gece şiddetlenen ağrı ile karakterizedir. Hastaların şikayetlerinde özellikle keskin ve derin olarak tarif ettikleri ağrılarına iğne batması, elektrik çarpması ve yanma şeklinde ağrıların eşlik ettiği ortaya konmuştur (7). En sık karşılaşılan kronik sensorimotor tipte ise vibrasyon, basınç, sıcaklık algısında azalma ve ayak bileğinde refleks kaybı ortaya çıkabilmektedir (8). Semptomlar sıklıkla distalden proksimale doğru yayılım göstermekte ve hastalığın ilerlemesiyle duysal etkilenimlere ek olarak motor etkilenimler ortaya çıkabilmektedir (9). İlerleyen süreçlerde otonomik fonksiyonlar da etkilenebilmektedir (10). Metabolik ve damarsal bir sorun olması nedeniyle retinopati ve nefropati tabloları diyabetik sensorimotor polinöropatiye eşlik edebilir (7). Diyabetik otonomik nöropatili olgularda teşhis doğrulanması açısından kardiyovasküler, gastrointestinal, ürogenital ve sudomotor etkilenimler ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmelidir (7). Boulton ve arkadaşları tarafından teşhiste kolaylık sağlama adına oluşturulan dört aşamalı nöropati evreleme sistemi Tablo I’de gösterilmiştir.

**Tablo I:** Periferik nöropati evreleri

Periferik nöropati evreleri	Özellikler
<b>Evre 0/1: Klinik nöropati bulgusu yok</b>	Semptom yok
<b>Evre 2: Klinik nöropati</b>	
<u>Kronik ağrılı</u>	Pozitif bulgular (gece artan ağrı): yanma, keskin ağrı
	Duyu kaybı ve refleks azalması: vibrasyon, basınç, sıcaklık
<u>Akut ağrılı</u>	Daha nadir görülür
	Kilo kaybı
	Yayılım gösterir
	Hiperestezi görülebilir
	Glisemik tedavi başlangıcı
<u>Ağrısız, duysal kayıp ile seyreden nöropati</u>	Ayaklarda uyuşma yok, termal algıda azalma mevcut
	Duyu kayıpları, azalmış refleksler
<u>Diyabetik amyotrofi</u>	Kas zayıflığı/ kas kitlesinde azalma
	Duysal kayıp hafif/gece ağrısı yaygın
	Subakut başlangıçlı
<b>Evre 3: Klinik nöropatinin geç komplikasyonları</b>	Ayak lezyonları/ülserleri
	Nöropatik deformiteler/Charcot eklemi
	Non-travmatik amputasyon

Boulton AJ, Vinik AI, Arezzo JC et al. Diabetic neuropathies: a statement by the American Diabetes Association. Diabetes Care 2005;28:956-62

## Risk Faktörleri

Diyabetli olguların ortak özellikleri; hiperglisemi, hiperglisemiye bağlı komplikasyonlar ve beta hücrelerinin sayı/fonksiyon kayıplarıdır. Çevresel Faktörler, genetik, yaş, cinsiyet ve antikorlar diyabetin risk faktörü olarak sıralanabilir (11). Ek olarak nöropati gelişiminde diyabet süresi ve uzamış zayıf glisemik kontrol en önemli risk faktörleri arasında yer almaktadır (6). Nöropati değerlendirme kriterleri arasında bu iki parametrenin olması kaçınılmazdır. Sigara içme, kan basıncı, hiperlipidemi diyabet için değiştirilebilir risk faktörleri olarak bilirse de Booya ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada polinöropati oluşumu ile ilişki gözlenmemiştir. Nöropati gelişiminde en önemli değiştirilebilir risk faktörünün ise glisemik kontrol olduğu vurgulanmıştır (12). Kardiyovasküler risk faktörlerinden olan hipertansiyon, sigara ve obesitenin nöropati ile ilişkisi olduğu belirtilmiştir (13).

## Biyomekanik Değişimler

Diyabetik periferik nöropatili hastalarda özellikle alt ekstremitelerde vibrasyon, dokunma ve proprioseptif duylarda kayıplar meydana gelmektedir (14,15). Proprioseptif sistemlerin ve eşlik eden nöral doku dinamiklerinin hasar görmesi biyomekanik değişikliklere yol açmaktadır. 2016 yılında yapılan bir sistematik derlemede diyabetik periferik nöropatili olan olguların ayak biyomekaniklerinin etkilendiği hipotezi desteklenmiştir (16). Nöromuskuler sistemde diyabetin yarattığı hasar; mobilitede kayıplara, yürüyüş ve denge parametrelerinde bozulmalara neden olmaktadır. Dolayısı ile hastaların düşme risklerinin artışı kaçınılmaz hale gelmektedir (17, 18, 19). Literatürde düşme riskinin diyabetik nöropatili olgularda sağlıklı bireylere göre 15 kat fazla olduğu ortaya konmuştur (20).

Yürüyüş değerlendirme çalışmalarına bakıldığında; diyabetli olgularda adım uzunluğu ve yürüyüş hızının daha az olduğu, destek yüzeyi ve çift destek fazının daha fazla olduğu gösterilmiştir. Bu durum yürüyüş stabilitesinin olumsuz yönde etkilenmesine neden olur (21). Çalışmaların genelinde özellikle plantar basınçta ve

yürüyüşün duruş fazında artış olduğu görülmektedir. Ancak yürüyüş üzerine direkt etkisi olan bazı önemli parametrelerin literatürde yeterince vurgulanmadığı ve çalışmaların eksik yönleri olduğu göze çarpmaktadır. Bunlar; diyabetin süresi, periferik nöropati şiddetinin, ayak deformite varlığının, beden kitle indeksinin, cinsiyetin, kladukasyo ağrısının ve periferik arteriyel hastalık varlığının göz ardı edilmesi şeklinde sıralanabilir (22). Giuseppe ve arkadaşları 2015 yılında yayınladıkları çalışmaları ile sadece yürüyüş hızının değerlendirmesinin bile hastalık progresyonunun basit ve temel bir göstergesi sayılabileceğini belirtmişlerdir. Aynı zamanda ayak ülseri oluşumu ve rekürrens önlenmesinde yürüyüş hızı eğitimlerinin önemli olabileceğini ortaya koymuşlardır (23). Ancak kapsamlı bir değerlendirme ihmal edilmemelidir.

Denge mekanizmaları, yürüyüş ile güçlü bir ilişki içindedir. Denge; proprioseptif sistemlerdeki kayıplar ile doğrudan etkilenebilmektedir. 2016 yılında yayınlanan, postüral kontrol ve yürüyüş üzerine 38 çalışma 883 diyabetik periferik nöropatili hastanın dahil edildiği sistematik derlemede, bu parametrelerin hayati önem taşıdığı ve özellikle üzerinde durulması gereken konular olduğu vurgulanmıştır (20).

Bozulan motor kontrol yanlısı adımlama açısından en önemli risk faktörüdür. Görsel stratejilerin de olumsuz etkilenmesi ile alt ekstremitte kontrolü azalmaktadır (24). Diyabetik nöropatili olan olguların ayak bileği ve diz kuvvetinin diyabetik olup nöropatili olmayan olgulara ve sağlıklı olgulara göre daha az olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca nöropatili olan olguların merdiven iniş ve çıkışlarında daha fazla eklem hareketi açığa çıkardıkları belirtilmiştir. Nöropatiye eşlik eden güç kaybının ve aşırı eklem hareketi kullanımının denge bozulmasını ile ilişkisi gösterilmiştir (25). Diyabetik nöropatili olgularla yapılan bir başka çalışmada alt ekstremitenin güç üretiminde azalma ve güç absorpsiyonunda aşırılık olduğu saptanmıştır. Güç kullanımındaki dengesizliklerin ayak deformite ve plantar doku hasarına yol açtığı ortaya konmuştur (26). Bir başka çalışmada diyabetin progresyonu arttıkça olguların aktivite düzeylerinin

azaldığı ve bunun ülserasyon ve amputasyon açısından risk faktörü olduğu vurgulanmıştır (12).

Etkili yürüyüş için ayak bileği kompleksinin mobilite ve kuvveti önemlidir. Biyomekanik değerlendirme yapılırken ayak bileğine, diz eklemi ve kalça muayenesi de dahil edilerek kapsamlı bir inceleme yapılması gerekmektedir (27). Değerlendirme sonrasında duysal ve motor değişimlerin yürüyüş performansı üzerindeki olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak adına kuvvet ve denge eğitimlerine odaklanılması gerekmektedir (28). Rehabilitasyon programları riskleri önlemeye yönelik olmalıdır (29,30).

## SONUÇ

Diyabetik nöropatili olgularda somatosensor sistemde olumsuzluklar ortaya çıkmaktadır (10). Somatosensor sistemin etkilenmesi uygunsuz motor cevapların oluşmasına yol açar. Postüral hatalar ve denge kayıpları ortaya çıkar (31)

Diyabetik nöropatili olguların postüral kontrol kaybı ve yürüyüş bozulmaları nedeniyle düşme riski oldukça yüksektir. Yaşam kalitesinin yükseltilmesi adına postür ve yürüyüş farkındalığının artırılması gerekmektedir (20).

Diyabetik nöropatili olguların rehabilitasyon programı terapatik egzersizler, denge ve yürüyüş eğitimlerini kapsamalıdır (32). Egzersiz eğitimleri ucuz, kolay ulaşılabilir ve en önemlisi etkili olması nedeniyle tedavide öncelikli tercih sebebi olmalıdır (19). Fonksiyonel yürüyüşün geliştirilmesi için ayak bileği kompleksinin mobilitesi ve kuvveti artırılmalıdır (27). Biyomekanik değişimlerin iyileştirilmesi adına planlanan egzersiz programları ile fiziksel aktivite artışı sağlanmalıdır. (33). Böylece glisemik kontrolün daha etkin olması ile kardiyovasküler mortalite azalması gözlenebilecektir (34). Ayrıca egzersiz ile nöropatik ağrı azaltılabilecektir (35).

Sonuç olarak nöropatili hasta grubunda egzersizlerle fiziksel aktivite artışı ve yaşam kalitesinin artırılması hedeflenmelidir. Koruyucu yaklaşımlar ve rehabilitasyon uygulamalarının yaygınlaşması ile ağrının azalacağı, düşme risklerinin önüne geçilebileceği dolayısı ile sağlık

bakım harcamalarının önemli ölçüde azalacağı öngörülmektedir.

## KAYNAKLAR

1. World Health Organisation (WHO). Global Report on Diabetes 2016; 21.
2. <http://www.diabetcemiyeti.org/c/turkiye-de-ve-bolge-ulkelerinde-diyabet-sorunu> (Erişim tarihi 2 Aralık 2017).
3. Qureshi MS, Iqbal M, Zahoor S, Ali J, Javed MU. Ambulatory screening of diabetic neuropathy and predictors of its severity in outpatient settings. *J Endocrinol Invest.* 2016;40: 425-430.
4. Soltow HD. Diabetic Peripheral Neuropathy: Evaluation and Management. *JNP.* 2017;13:199-204.
5. Son HS. Early diagnosis of diabetes mellitus. *Journal of the Korean Medical Association* 2008;51:813-817.
6. Yang Z, Chen R, Zhang Y et al. Scoring systems to screen for diabetic peripheral neuropathy. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2014;3.
7. Tesfaye S, Boulton AJ, Dyck PJ et al. Diabetic neuropathies: update on definitions, diagnostic criteria, estimation of severity, and treatments. *Diabetes Care.* 2010;33:2285-2293.
8. Boulton AJM, Vinik AI, Arezzo JC et al. Diabetic neuropathies. *Diabetes Care.* 2005;28:956-962
9. Tesfaye S, Vileikyte L, Rayman G et al. Painful diabetic peripheral neuropathy: consensus recommendations on diagnosis, assessment and management. *Diabetes Metab Res Rev.* 2011;27:629-638.
10. Treede RD, Jensen TS, Campbell JN et al. Neuropathic pain: redefinition and a grading system for clinical and research purposes. *Neurology.* 2008;70:1630-1635.
11. Skyler JS, Bakris GL, Bonifacio E et al. Differentiation of diabetes by pathophysiology, natural history, and prognosis. *Diabetes.* 2017;66:241-255.
12. Booya F, Bandarian F, Larijani B, Pajouhi M, Nooraei M, Lotfi J. Potential risk factors for diabetic

- neuropathy: a case control study. *BMC Neurol.* 2005;5:24.
13. Tesfaye S, Chaturvedi N, Eaton, SE et al. Vascular risk factors and diabetic neuropathy. *N Engl J Med* 2005;352:341-350.
  14. Danik L, Corriveau H, Prince F. Postural control mechanisms during quiet standing in patients with diabetic sensory neuropathy. *Diabetes Care.* 2004;27:173-178.
  15. Kanade RV, Van Deursen RWM, Harding KG, Price PE. Investigation of standing balance in patients with diabetic neuropathy at different stages of foot complications. *Clin Biomech.* 2008;23:1183-1191.
  16. Yu G, Dennis SM. Are falls prevention programs effective at reducing the risk factors for falls in people with type-2 diabetes mellitus and peripheral neuropathy: A systematic review with narrative synthesis. *J Diabetes Complications.* 2017;31:504-516.
  17. Paul, L, Ellis BM, Leese GP, McFadyen AK, McMurray B. The effect of a cognitive or motor task on gait parameters of diabetic patients, with and without neuropathy. *Diabet Med* 2009; 26:234-239.
  18. Hazari A, Maiya, AG, Shivashankara KN, Agouris I, Monteiro A, Jadhav R. Kinetics and kinematics of diabetic foot in type 2 diabetes mellitus with and without peripheral neuropathy: a systematic review and meta-analysis. *Springerplus.* 2016;5: 1819.
  19. Allen MD, Doherty TJ, Rice CL, Kimpinski K. Physiology in Medicine: Neuromuscular consequences of diabetic neuropathy. *J Appl Physiol.* 2016; 121: 1-6.
  20. Amirah M, Justine, M, Mohd Mustafah N, Jamil N, Manaf, H. Postural Control and Gait Performance in the Diabetic Peripheral Neuropathy: A Systematic Review. *Biomed Res Int.* 2016;2016:14.
  21. Wrobel JS, Najafi B. Diabetic foot biomechanics and gait dysfunction. *J Diabetes Sci Technol.* 2010; 4: 833-845.
  22. Fernando M, Crowther R, Lazzarini P et al.. Biomechanical characteristics of peripheral diabetic neuropathy: a systematic review and meta-analysis of findings from the gait cycle, muscle activity and dynamic barefoot plantar pressure. *Clin Biomech.* 2013; 28: 831-845.
  23. Lamola G, Venturi M, Martelli D et al. Quantitative assessment of early biomechanical modifications in diabetic foot patients: the role of foot kinematics and step width. *J Neuroeng Rehabil.* 2015;12: 98.
  24. Handsaker JC, Brown SJ, Bowling FL, Marple-Horvat DE, Boulton AJ, Reeves ND. People with diabetic peripheral neuropathy display a decreased stepping accuracy during walking: potential implications for risk of tripping. *Diabet Med.* 2016;33: 644-649.
  25. Brown SJ, Handsaker JC, Maganaris CN, Bowling FL, Boulton AJ, Reeves ND. Altered joint moment strategy during stair walking in diabetes patients with and without peripheral neuropathy. *Gait Posture.* 2016;46:188-193.
  26. Di Liberto FE, Tome J, Baumhauer JF, Quinn JR, Houck J, Nawoczenski DA. Multi-joint foot kinetics during walking in people with diabetes mellitus and peripheral neuropathy. *J Biomech.* 2015; 48: 3679-3684.
  27. Martinelli AR, Mantovani AM, Nozabiel AJ, Ferreira DM, Barela JA, Camargo MR. Muscle strength and ankle mobility for the gait parameters in diabetic neuropathies. *Foot (Edinb)* 2013;23:17-21.
  28. Camargo MR, Barela JA, Nozabiel AJ, Mantovani AM, Martinelli AR, Fregonesi CE. Balance and ankle muscle strength predict spatiotemporal gait parameters in individuals with diabetic peripheral neuropathy. *Diabetes Metab Syndr.* 2015;9:79-84.
  29. Hewston P, Nandini D. Falls and balance impairments in older adults with type 2 diabetes: thinking beyond diabetic peripheral neuropathy *Can J Diabetes.* 2016; 40: 6-9.

30. Pop-Busui R, Boulton AJ, Feldman EL, Bril V, Freeman R, Malik RA. Diabetic neuropathy: a position statement by the American Diabetes Association. *Diabetes Care*. 2017;40:136-154.
31. John SA, Solomon J, Mohan D. A Critical Review on the Normal Postural Control. *POTJ* 2015;8:71.
32. Bogdan T, Timar R, Gaiță L, Oancea C, Levai C, Lungeanu D. The impact of diabetic neuropathy on balance and on the risk of falls in patients with type 2 diabetes mellitus: a cross-sectional study. *PloS One* 2016; 11: e0154654.
33. Cadore Rodríguez-Mañas L, Sinclair A, Izquierdo M. Effects of different exercise interventions on risk of falls, gait ability, and balance in physically frail older adults: a systematic review. *Rejuvenation Res*. 2013;16:105-114.
34. Look AHEAD Research Group. Cardiovascular effects of intensive lifestyle intervention in type 2 diabetes. *N Engl J Med*. 2013;369:145-154.
35. Dobson JL, McMillan J, Li L. Benefits of exercise intervention in reducing neuropathic pain. *Front Cell Neurosci*. 2014;8:102.