





Polinöropatinin Tip 2 Diabetes Mellituslu Hastaların Alt Ekstremitte Kas Gücü, Yürüme Performansı ve Günlük Yaşam Aktiviteleri Üzerinde Etkileri Var Mıdır? Prospektif Kontrollü Bir Çalışma

Does Polyneuropathy Have Effects On Lower Extremity Muscle Strength, Walking Performance And Activities Of Daily Living Of Patients With Type 2 Diabetes Mellitus? A Prospective Controlled Study

Gülseren DOST SÜRÜCÜ¹ , Ayşe ATILGAN ÇELİK¹ , Adem YILDIRIM² , Dilay EKEN GEDİK¹ 

¹ Adıyaman University Faculty of Medicine, Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Adıyaman, TURKEY

² Aksaray University Faculty of Medicine, Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Aksaray, TURKEY

Öz.

Amaç: Çalışmamızın amacı, polinöropatisi (PNP) olan ve olmayan Tip 2 Diyabetes mellitus (DM) hastalarının alt ekstremitte kas güçlerinin izokinetik yöntemlerle değerlendirilmesi ve olası kas gücü kayıplarının hastaların günlük yaşamlarına ve yaşam kalitelerine etkisini belirlemektir.

Materyal ve metod: Bu prospektif kontrollü çalışmamıza, 40-70 yaş arası 60 Tip 2 DM'li ve 30 sağlıklı birey dahil edilmiştir. Tip 2 DM'li 60 hastadan PNP'si olan 30 hasta Grup 1, PNP'si olmayan 30 hasta Grup 2, 30 sağlıklı birey de Grup 3 olarak adlandırıldı. Tüm katılımcılara yaşam kalitesini değerlendirmek amacıyla Kısa Form-36 (SF 36) kullanıldı. Fonksiyonel değerlendirme için merdiven inip çıkma testi (Stair Climb test=SCT) ve zamanlı kalk yürü testi (The Timed Up & Go=TUG) yapıldı. Ayrıca tüm katılımcıların kas gücü Biodex marka izokinetik cihaz yardımıyla ölçüldü.

Bulgular: DM'li hastaların yaşam kalitesini ölçen SF-36 parametreleri ve kas gücü kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşüktü. Ek olarak, DM'li hastaların TUG ve SCT testleri de kontrol grubuna göre anlamlı derecede uzundu. PNP'si olan ve olmayan DM grupları arasında kas gücü, SF-36 parametreleri, TUG ve SCT testleri açısından anlamlı farklılık yoktu.

Sonuç: Bu çalışma, DM'nin polinöropati varlığından bağımsız olarak kas gücünde azalmaya neden olarak hastaların yaşam kalitesini etkilediğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Diyabetes Mellitus, Polinöropati, Kas Gücü

Abstract

Background: The aim of this study was to evaluate the lower extremity muscle strength of type 2 Diabetes mellitus (DM) patients with and without polyneuropathy (PNP) using isokinetic methods and to determine the effect of possible losses of muscle strength on patients' daily lives and quality of life.

Materials and Methods: 60 patients with type 2 DM patients and 30 healthy individuals aged 40-70 years were included in this prospective controlled study. Of the 30 DM patients with PNP were defined as Group 1, 30 DM patients without PNP as Group 2 and 30 healthy individuals were defined as Group 3. Short Form-36 (SF 36) was used to evaluate the quality of life for all participants. Stair climb test (SCT) and timed up and go test (TUG) were performed for functional evaluation. The muscle strength of all participants was measured with the aid of a Biodex isokinetic device.

Results: SF-36 parameters measuring quality of life and muscle strength were significantly lower in DM patients compared to the control group. Also, TUG and SCT tests of patients with DM were significantly longer than the control group. There was no significant difference between DM groups with and without PNP in terms of muscle strength, SF-36 parameters, TUG and SCT tests.

Conclusions: This study showed that DM affects the quality of life of patients by causing a decrease in muscle strength independent from the presence of polyneuropathy.

Keywords: Diabetes Mellitus, Polyneuropathy, Muscle Strength

Sorumlu Yazar / Corresponding Author

Dr. Gülseren DOST SÜRÜCÜ

Adıyaman University Faculty of Medicine Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Altınşehir Mah., 3005. Sok., No:13, 02040, Adıyaman, TURKEY

E-mail: gulserendost@hotmail.com

Geliş tarihi / Received: 07.06.2021

Kabul tarihi / Accepted: 25.01.2022

DOI: 10.35440/hutfd.949013

Bu çalışma Dr. Ayşe Çelik Atılğan'ın "Tip2 Diyabetes Mellituslu Hastaların Alt Ekstremitte Kas Kuvvetlerinin İzokinetik Testlerle Değerlendirilmesi ve Alt Ekstremitte Kas Kuvvetlerinin Yürüme ve Günlük Yaşam Üzerine Olan Etkileri" isimli tezinden türetilmiştir.

Giriş

Diyabetes mellitus (DM), hiperglisemi ile karakterize geniş spektrumlu bir metabolik bozukluğun genel adıdır. DM, uzun vadede kronik hiperglisemi ile ilişkili olarak gözler, böbrekler, sinirler, kalp ve damarlar üzerinde çeşitli hasarlar bırakır (1).

DM tedavisinin birincil amacı, sıklıkla diyabetin vasküler komplikasyonlarını azaltmak olmuştur. Ancak diyabete bağlı oluşan fiziksel engellilik, bilişsel bozukluklar ve depresyon gibi daha az bilinen komplikasyonlar da tedavi hedefleri arasında yer almalıdır (2). DM nedeniyle hastalarda oluşan fiziksel ve zihinsel bozukluklar hastaların sosyal işlevselliğini ve yaşam kalitesini azaltmaktadır (3). Yaşam kalitesi fiziksel, zihinsel ve sosyal olarak algılanan iyilik halidir. DM'li hastalar, sıklıkla genel popülasyona kıyasla daha düşük yaşam kalitesi skorlarına sahiptir (4).

Birçok çalışmada, DM'li bireylerin normal sağlıklı kişilere göre günlük yaşamda daha az aktif olduğu, temel günlük aktivitelerini yapmakta zorlandığı gösterilmiştir (5, 6). Mobilitedeki kayıpların, hastaların fiziksel bağımsızlığı ve yaşam kalitesi üzerine olan negatif etkisi bilinmektedir (2, 6-9). DM'li hastaların alt ekstremitelerindeki olası kuvvet kayıpları, mobilite kaybında önemli bir faktördür. Çünkü kas kuvveti diyabetik hastalarda fiziksel aktivite düzeyinin önemli belirleyicilerinden biridir (7). Diyabetik hastaların kas kuvvetinin azalmasından diyabetik kastaki intrinsik anormallikler, periferik arter hastalıkları, zayıflamış kapiller akım ve diyabetik nöropati gibi pek çok faktör sorumlu tutulmaktadır. Yapılan çalışmalarda; Tip 2 diyabetik hastaların iskelet kasında, düşük oksidatif enzim aktivitesi ve bozuk kılcal akım olduğu gösterilmiştir (8-12).

Diyabetik polinöropati (DPN), diyabetin oldukça sık görülen, uzun dönem komplikasyonlarından biridir. En sık görülen formu distal simetrik polinöropatidir (DSP). Tip 2 DM'li hastalardaki DSP prevalansı %50'ye varan oranlarda bildirilmektedir (13). DSP klinik olarak daha çok ağrı, yanma, batma gibi duysal problemlerle karşımıza çıkar (14). Klinik değerlendirmede motor sistemin tutulumu nadirdir. Fakat kantitatif tekniklerin uygulanmasıyla (izokinetik dinamometre) Tip 1 ve Tip 2 DM hastalarının alt ekstremitelerde kaslarında zayıflıklar tespit edilmiştir (15). Daha önceki yapılan çoğu çalışmada, polinöropati (PNP) düzeyine bağlı olarak, hastaların alt ekstremitelerde kaslarında kas gücü kayıpları olduğu gösterilmiştir (8, 16). Bununla birlikte PNP'si olmayan diyabetik hastaların sağlıklı deneklerle karşılaştırıldığı birkaç çalışmada, hastaların kas gücünde kayıplar olduğu gösterilmiştir (7, 8). Genel anlamda PNP'nin kas kuvveti kaybına olan etkileri teorik olarak bilirse de mevcut kas kuvvet kaybının ne düzeyde PNP'ye bağlı olduğu halen tartışmalıdır.

Bu çalışmanın amacı; PNP'si olan ve olmayan Tip 2 DM'li hastaların alt ekstremitelerde kas güçlerinin izokinetik yöntemlerle değerlendirilmesi ve hastalardaki olası kas gücü kayıplarının, hastaların günlük yaşamlarını ve yaşam kalitelerini ne düzeyde etkilediğini sağlıklı kontrollerle karşılaştırarak saptamaktır.

Materyal ve Metod

Çalışmamız; Eylül 2018 - Haziran 2019 tarihleri arasında, Üniversitemiz Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'nda yapıldı. Bu çalışmamız için üniversitemizin Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 22/05/2018 tarih ve 2018/4-9 sayılı kararı ile etik kurul onayı alındı. Çalışmamız Helsinki bildirisine uygun olarak yapıldı. Ayrıca çalışmamıza katılacak tüm bireyler bilgilendirildi ve onam formunun imzalı sureti alındı.

Bu prospektif kontrollü çalışmaya, klinik ve laboratuvar parametrelerine göre Tip 2 DM tanısı alan 60 hasta ve 40-70 yaş arası 30 sağlıklı birey dahil edildi.

Çalışmaya alınan tüm bireylerin cinsiyeti, yaşı, vücut ağırlığı, boyu ve dominant ekstremitesi kaydedildi. Tüm hastaların ayrıntılı olarak duyu, motor ve refleks muayeneleri yapıldı. Polinöropati tanısı aynı nörolog tarafından yapılan elektromiyografi (EMG) incelemesi ile konuldu. Bu uygulama sırasında her iki alt ekstremitede peroneal, tibial, sural sinir ve sağ üst ekstremitede median ve ulnar sinirlerinin duysal ve motor iletileri incelendi. Ayrıca alt ekstremitede tibialis anterior kasının iğne EMG'si ile motor ünite potansiyelleri (MUP) değerlendirildi. Tip 2 DM'li 60 hastadan elektrofizyolog tarafından elektromiyografi (EMG) sonuçlarına göre; distal simetrik diyabetik PNP olarak bildirilen 30 hasta Grup 1, PNP'si olmayan ve nörolojik muayenede duyu defisiti olmayan, pinprick ve vibrasyon duysusu normal olan 30 hasta Grup 2 olarak gruplandırıldı. İzokinetik test yapılmasını engelleyecek herhangi bir kas-iskelet sistemi hastalığı olanlar, herhangi bir kas hastalığı olanlar, eklem instabilitesi olanlar, şiddetli periferik damar problemi olanlar, ileri derecede kalp ve böbrek yetmezliği olanlar, kronik akciğer hastalığı olanlar, ileri derece gonartroz, koksartroz ve osteoporozu olanlar, malignitesi olanlar, diz, kalça ve belden cerrahi operasyon geçirmiş olanlar, gebeler, ölçüm yapılacak eklem ve çevresinde artrit, bursit ve tendiniti olanlar, herhangi bir inflamatuvar romatizmal hastalığı olanlar çalışmaya alınmadı.

Fonksiyonel Değerlendirme

Tüm katılımcılara yaşam kalitesini değerlendirmek amacıyla Kısa Form-36 (SF-36)'nın Türkçe versiyonu kullanıldı. SF-36, en sık kullanılan yaşam kalitesi değerlendirme ölçeklerinden biridir ve herhangi bir yaş, hastalık veya tedavi grubuna özgü değildir. Anket genel sağlık kavramlarını değerlendirir ve toplam 36 maddeden oluşan sekiz alt ölçekten oluşur. Alt ölçekler; fiziksel işlevsellik (10 madde), fiziksel rol sınırlaması (4 madde), duysal rol sınırlaması (3 madde), bedensel ağrı (2 madde), sosyal işlevsellik (2 madde), ruh sağlığı (5 madde), zindelik (4 madde) şeklindedir. Puanlar 0 (kötü) ile 100 (iyi) arasında değişmektedir. SF-36'nin Türkçe versiyonunun geçerlilik ve güvenilirlik çalışması Koçyiğit ve ark. tarafından yapılmıştır (17).

Fonksiyonel değerlendirme için merdiven inip çıkma testi (Stair Climb test=SCT) ve zamanlı kalk yürü testi (The Timed Up & Go=TUG) yapıldı. SCT, hastanın merdiven inip

çıkma aktivitesini ifade eder. Alt ekstremite gücünü ve dinamik dengeyi değerlendiren geçerli ve güvenilir bir test ve fonksiyonel performans testidir. SCT, kolay erişilebilir, kullanışlı ve ucuz bir testtir (18). TUG testi; hastanın yerinden kalkıp 3 metre ileri yürümesi ve koltuğuna geri gelmesi için gereken süre ölçülerek yapılır (normal <12 saniye) (19).

İzokinetik Test

Katılımcıların dominant taraf alt ekstremite kalça ve diz fleksör ve ekstansör grup kaslarının kas gücü, izokinetik cihaz (BiodEkstM System Pro 4 Dinamometre) ile ölçüldü. İzokinetik cihazın her açılışında kalibrasyonu yapıldı. İzokinetik ölçüm öncesi tüm katılımcılara 250 m orta tempoda yürüyüş yaptırıldı. İzokinetik cihaz ile katılımcıların 60°/saniye (sn) ve 180°/sn hızda kalça ve diz fleksiyon-ekstansiyon pik tork değeri (Nm), total work değeri (J), pik tork/vücut ağırlığı oranı (%) ölçümleri yapıldı.

Ölçüme alınan kişilere test öncesi cihaz tanıtıldı, cihazla yapılacak ölçüm hakkında bilgiler verildi, ölçüm esnasında ne yapması gerektiği net olarak anlatıldı. Kişilere cihazın kolunun nasıl itilip çekildiği gösterildi. Tüm katılımcılara sözel cesaretlendirme yapıldı. Ölçüm esnasında da mümkün olan en kuvvetli şekilde itip çekmesi gerektiği anlatıldı.

Diz için yapılan ölçümler oturur pozisyonda yapıldı. Ölçüme alınan kişi test koltuğuna oturtuldu. Katılımcı ve dinamometrenin pozisyonu ayarlandı. Bu pozisyonda kişinin aktif olarak yapabildiği eklem hareket açıklığı tespit edildi ve test bu aralıkta yapıldı. Test 60°/sn açısal hızda 5 tekrar ve 180°/sn hızda 20 tekrar olacak şekilde kişilere yaptırıldı. Her iki açısal hızda test öncesi katılımcılara deneme amaçlı 4 tekrarlı test yaptırıldı. Setler arasında katılımcıların dinlenmesi için 20 sn beklenildi. Test sırasında kişilerin güç grafikleri ekranda gösterilerek görsel geri bildirim etkisi standardize edildi.

İzokinetik kalça testi sırtüstü yatar pozisyonda yapıldı. Koltuğun arkası tamamen arkaya yatırıldı. Dinamometrenin eğimi 0 dereceye ayarlandı. Kişiden dizini bükerek çekebildiği ölçüde dizini karnına doğru çekmesi ve sonrasında düz bir şekilde uzatması istendi. Böylece kişinin aktif olarak yapabildiği eklem hareket açıklığı tespit edildi. Kalça için yapılan test 60°/sn açısal hızda 3 tekrar, 180°/sn açısal hızda 10 tekrar olacak şekilde gerçekleştirildi. Her iki açısal hızda test öncesi katılımcılara deneme amaçlı 4 tekrarlı test yaptırıldı. Açısal hızlar arasında 20 sn dinlenme süresi verildi.

İstatistiksel Analiz

Örneklem sayısı hesaplanırken gerekli etki büyüklüğü ve istatistiksel güç düzeyi çalışmanın başında yapılmıştır. 6 PNP'li ve 6 PNP'siz 12 hasta ve 6 gönüllü, anlamlılık düzeyi %5 (%0.05) olarak kabul edildiğinde 0.80'lik bir istatistiksel güce sahip olmak için yeterli olsa da; 30 PNP'li DM'li hasta, 30 PNP'siz DM'li hasta ve 30 sağlıklı kişi alındığında istatistiksel güç: 1 ve anlamlılık düzeyi %5 (%0.05) idi. Toplanan veriler bilgisayar ortamına aktarılarak SPSS Windows versiyon 18 programı kullanılarak analiz edildi. Tanımlayıcı istatistikler, normal dağılım testi, Manny Whitney U testi,

ANOVA testi, Kruskal Wallis Analiz kapsamında H testi ve korelasyon analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ortalamaya ± standart sapma olarak sunuldu. Grupların demografik verileri Shapiro-Wilk testine göre homojen dağıldığı için ikili gruplar arasındaki değişkenlerin karşılaştırılmasında t testi, üç grup arasındaki değişkenlerin karşılaştırılmasında ise ANOVA testleri ile analiz edildi. Kategorik değişkenler arasındaki ilişki için Ki-kare testi kullanıldı. Diğer parametreler homojen dağılmadığı için sürekli değişkenlerin ikili gruplar için karşılaştırılmasında Mann-Whitney-U testi kullanıldı. Ayrıca izokinetik ve klinik parametreler arasındaki potansiyel ilişkiyi ve yönünü değerlendirmek için korelasyon analizleri kullanıldı. Sonuçlar % 95 Güven Aralığı (CI) ile değerlendirildi ve tüm testlerde p <0,05 istatistiksel anlamlılık için kullanıldı.

Bulgular

Çalışmamızda hasta grupları (Grup 1 ve Grup 2) ve kontrol grubu (Grup 3) arasında cinsiyet, yaş, boy, kilo ve vücut kitle indeksi (VKİ) verileri açısından anlamlı fark yoktu. Tablo 1'de çalışmaya alınan grupların demografik verileri görülmektedir.

Tablo 1. Hasta ve Kontrol gruplarının demografik verileri.

	Grup 1 PNP +	Grup 2 PNP -	Grup 3 Kontrol	p
Hasta sayısı (n)	30	30	30	
Cinsiyet (E/K)	13/17	10/20	14/16	0,551
Yaş (ort±SS)	55,07±6,09	52,30±7,03	52,60±7,05	0,224
Boy (cm) (ort±SS)	164,40±10,44	164,53±8,50	164,80±7,90	0,985
Kilo (kg) (ort±SS)	80,90±9,77	80,70±12,58	76,73±12,10	0,294
VKİ kg/m ²) (ort±SS)	30,09±3,96	29,79±3,91	28,23±3,87	0,149

PNP: Polinöropati, SD: Standart Sapma, VKİ: Vücut Kitle İndeksi, E: Erkek, K: Kadın

Çalışmaya katılan tüm DM'li hastalar ile sağlıklı gönüllülerin izokinetik test sonuçları karşılaştırıldığında; tüm parametrelerde (60 ve 180°/sn hızda kalça ekstansiyon pik tork/vücut ağırlığı parametreleri hariç) diyabetli grubun sağlıklı gönüllülere göre daha düşük kas gücü gösterdiği tespit edildi. Benzer şekilde, çalışmaya katılan tüm DM'li hastaların SF-S6 alt parametrelerinin sağlıklı gönüllülere göre önemli ölçüde daha düşük olduğu, TUG ve SCT test sürelerinin ise önemli ölçüde daha uzun olduğu görüldü (Tablo 2).

Polinöropati olan (Grup 1), olmayan (Grup 2) DM'li hastaların kendi aralarında karşılaştırılmasında izokinetik ve klinik parametrelerde (SF-36 alt parametreleri ve TUG ve SCT testleri) anlamlı fark gözlenmedi. Diğer taraftan polinöropati olan ve olmayan gruplar ayrı ayrı kontrol grubu ile karşılaştırıldığında her iki grubun klinik parametrelerinde de anlamlı farkların olduğu, izokinetik parametrelerde ise polinöropatili grubun daha fazla alt testte anlamlılık kazandığı

görüldü. Gruplar arası karşılaştırmalara ait detaylı veriler Tablo 3'te gösterilmiştir.

DM'li hastaların klinik ve izokinetik parametrelerinin korelasyon analizleri değerlendirildiğinde, özet olarak SF-36 alt parametreleri birçok izokinetik parametre ile pozitif yönde

hafif/orta düzeylerde korele iken, fonksiyonel testler tüm izokinetik parametreler ile negatif yönde orta düzeyde korele idi. Korelasyon analiz sonuçlarına ait detaylar Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 2. Diabetes Mellitus ve Kontrol gruplarının karşılaştırılması

	Diabetes Mellitus	Kontrol	p
İzokinetik parametreler			
D60FleksPT/BW(%)	63.88±24.27	78.38±25.25	0,030
D60EkstPT/BW(%)	99.132±44.37	121.68±34.83	0,015
D180FleksPT/BW(%)	69.54±25.20	80.65±24.55	0,042
D180EkstPT/BW (%)	61.96±29.10	73.69±23.59	0,022
K60FleksPT/BW (%)	49.29±23.30	68.92±28.27	0,002
K60EkstPT/BW(%)	63.707±32.10	73.06±32.02	0,205
K180FleksPT/BW(%)	63.15±31.07	82.80±32.89	0,009
K180EkstPT/BW (%)	53.88±27.27	53.25±23.57	0,966
SF-36 test parametreleri			
Fiziksel fonksiyon	64.25±20.98	82.33±17.75	<0,001
Rol sınırlamaları			
Fiziksel sağlık	38.33±46.82	68.33±36.51	0,002
Emosyonel sorunlar	36.67±46.21	73.33±36.67	<0,001
Enerji/canlilik	37.75±18.51	56.83±17.09	<0,001
Emotional well-being	45.67±17.38	60.67±11.51	<0,001
Sosyal Fonksiyon	56.45±22.60	77.66±16.08	<0,001
Ağrı	56.45±25.12	76.58±18.60	<0,001
Genel sağlık	33.92±17.15	60.33±16.39	<0,001
Fonksiyonel testler			
TUG (sn)	10.66±2.46	7.53±1.28	<0,001
SCT (sn)	13.58±5.08	8.74±1.97	<0,001

SS: Standart sapma, D60FleksPTBW: diz fleksiyon pik tork/vücut ağırlığı 60°/sn D60EkstPTBW: diz ekstansiyon pik tork/vücut ağırlığı 60°/sn, D180FleksPTBW: diz fleksiyon pik tork/vücut ağırlığı 180°/sn, D180EkstPTBW: diz ekstansiyon pik tork/vücut ağırlığı 180°/sn K60FleksPTBW: kalça fleksiyon pik tork/vücut ağırlığı 60°/sn, K60EkstPTBW: kalça ekstansiyon pik tork/vücut ağırlığı 60°/sn, K180FleksPTBW: kalça fleksiyon pik tork/vücut ağırlığı 180°/sn, K180EkstPTBW: kalça ekstansiyon pik tork/vücut ağırlığı 180°/sn, TUG: Timed up and go test, SCT: Stair climb test; Koyu font: Mann Whitney U test ile istatistiksel anlamlılığı gösterir.

Tablo 3. Gruplar arası karşılaştırmalar

	Grup 1 PNP +	Grup 2 PNP -	Grup 3 Kontrol	p ¹	p ²	p ³
İzokinetik parametreler						
D60FleksPT/BW(%)	63.25±26.88	64.51±21.79	78.38±25.25	0,077	0,047	0,947
D60EkstPT/BW(%)	92.83±41.85	105.43±46.60	121.68±34.83	0,010	0,109	0,549
D180FleksPT/BW(%)	67.59±24.65	71.49±26.02	80.65±24.55	0,059	0,104	0,756
D180EkstPT/BW (%)	57.27±24.22	66.65±33.02	73.69±23.59	0,012	0,141	0,433
K60FleksPT/BW (%)	48.53±22.60	50.05±24.35	68.92±28.27	0,003	0,016	0,673
K60EkstPT/BW(%)	62.28±29.04	65.13±35.35	73.06±32.02	0,174	0,408	0,684
K180FleksPT/BW(%)	58.61±28.78	67.69±33.06	82.80±32.89	0,003	0,122	0,329
K180EkstPT/BW (%)	49.88±27.44	57.88±26.97	53.25±23.57	0,383	0,344	0,089
SF-36 test parametreleri						
Fiziksel fonksiyon	62.83±22.03	65.67±20.16	82.33±17.75	0,001	0,001	0,568
Rol sınırlamaları						
Fiziksel sağlık	37.50±48.57	39.17±45.80	68.33±36.51	0,010	0,009	0,880
Emosyonel sorunlar	37.78±48.52	35.56±44.58	73.33±36.67	0,004	0,001	0,906
Enerji/canlilik	37.33±18.08	38.17±19.23	56.83±17.09	<0,001	<0,001	0,876
Emotional well-being	44.27±18.04	47.07±16.89	60.67±11.51	0,001	0,001	0,568
Sosyal Fonksiyon	57.50±23.58	55.41±21.94	77.66±16.08	0,001	<0,001	0,857
Ağrı	53.75±26.12	59.16±24.21	76.58±18.60	0,001	0,007	0,370
Genel sağlık	34.33±17.79	33.50±16.77	60.33±16.39	<0,001	<0,001	0,800
Fonksiyonel testler						
TUG (sn)	10.84±2.55	10.48±2.39	7.53±1.28	<0,001	<0,001	0,429
SCT (sn)	14.90±5.84	12.25±3.84	8.74±1.97	<0,001	<0,001	0,095

SS: Standart sapma, D60FleksPTBW: diz fleksiyon pik tork/vücut ağırlığı 60°/sn D60EkstPTBW: diz ekstansiyon pik tork/vücut ağırlığı 60°/sn, D180FleksPTBW: diz fleksiyon pik tork/vücut ağırlığı 180°/sn, D180EkstPTBW: diz ekstansiyon pik tork/vücut ağırlığı 180°/sn K60FleksPTBW: kalça fleksiyon pik tork/vücut ağırlığı 60°/sn, K60EkstPTBW: kalça ekstansiyon pik tork/vücut ağırlığı 60°/sn, K180FleksPTBW: kalça fleksiyon pik tork/vücut ağırlığı 180°/sn, K180EkstPTBW: kalça ekstansiyon pik tork/vücut ağırlığı 180°/sn, TUG: Timed up and go test, SCT: Stair climb test; Koyu font: Mann Whitney U test ile istatistiksel anlamlılığı gösterir. p1: Grup 1 vs Grup 3; p2: Grup 2 vs Grup 3; p3: Grup 1 vs Grup 2

Tablo 4. Diyabetes mellituslu hastalarda klinik ve izokinetik parametrelerin korelasyon analiz sonuçları

	D60FlexPTBW		D60ExtPTBW		D180FlexPTBW		D180ExtPTBW		K60FlexPTBW		K60ExtPTBW		K180FlexPTBW		K180ExtPTBW	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
SF-36 test parametreleri																
Fiziksel fonksiyon	0.514 ^b	<0.001	0.541 ^b	<0.001	0.492 ^b	<0.001	0.551 ^b	<0.001	0.532 ^b	<0.001	0.370 ^b	0.004	0.485 ^b	<0.001	0.315 ^a	0.014
Rol sınırlamaları																
Fiziksel sağlık	0.241	0.064	0.306 ^a	0.017	0.290 ^a	0.025	0.387 ^b	0.002	0.376 ^b	0.003	0.246	0.058	0.375 ^b	0.003	0.150	0.253
Emosyonel sorunlar	0.275 ^a	0.033	0.355 ^b	0.005	0.370 ^b	0.004	0.442 ^b	<0.001	0.296 ^a	0.021	0.277 ^a	0.032	0.358 ^b	0.005	0.199	0.128
Enerji/canlilik	0.221	0.089	0.328 ^a	0.011	0.228	0.079	0.390 ^b	0.002	0.256 ^a	0.049	0.203	0.121	0.264 ^a	0.041	0.156	0.233
Emotional well-being	0.144	0.272	0.279 ^a	0.031	0.154	0.241	0.347 ^b	0.007	0.229	0.079	0.192	0.142	0.243	0.061	0.093	0.481
Sosyal Fonksiyon	0.256 ^a	0.049	0.331 ^b	0.01	0.178	0.174	0.325 ^a	0.011	0.376 ^b	0.003	0.334 ^b	0.009	0.422 ^b	0.001	0.128	0.328
Ağrı	0.440 ^b	<0.001	0.459 ^b	<0.001	0.386 ^b	0.002	0.433 ^b	0.001	0.410 ^b	0.001	0.415 ^b	0.001	0.422 ^b	0.001	0.352 ^b	0.006
Genel sağlık	0.204	0.117	0.239	0.066	0.097	0.459	0.280 ^a	0.03	0.288 ^a	0.026	0.258 ^a	0.046	0.204	0.119	0.180	0.168
Fonksiyonel testler																
TUG (sn)	0.411 ^b	0.001	0.457 ^b	<0.001	0.406 ^b	0.001	0.388 ^b	0.002	0.443 ^b	0.001	0.385 ^b	0.002	0.435 ^b	0.001	0.324 ^a	0.012
SCT (sn)	0.626 ^b	<0.001	0.704 ^b	<0.001	0.606 ^b	<0.001	0.639 ^b	<0.001	0.597 ^b	<0.001	0.542 ^b	<0.001	0.608 ^b	<0.001	0.487 ^b	<0.001

^a:Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlı; ^b: Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlı; D60FlexPTBW: diz fleksiyon pik tork/vücut ağırlığı 60°/sn D60ExtPTBW: diz ekstansiyon pik tork/vücut ağırlığı 60°/sn, D180FlexPTBW: diz fleksiyon pik tork/vücut ağırlığı 180°/sn, D180ExtPTBW: diz ekstansiyon pik tork/vücut ağırlığı 180°/sn K60FlexPTBW: kalça fleksiyon pik tork/vücut ağırlığı 60°/sn, K60ExtPTBW: kalça ekstansiyon pik tork/vücut ağırlığı 60°/sn, K180FlexPTBW: kalça fleksiyon pik tork/vücut ağırlığı 180°/sn, K180ExtPTBW: kalça ekstansiyon pik tork/vücut ağırlığı 180°/sn, TUG: Timed up and go test, SCT: Stair climb test; Koyu font: istatistiksel anlamlılığı gösterir.

Tartışma

Diyabetes Mellitus; artan prevalansı ve ortaya çıkan komplikasyonlarına bağlı olarak büyük bir sağlık problemi haline gelmiştir (2). Bu artış özellikle yaşlı popülasyonu daha fazla etkileyip diyabetli bireylerde engelliliğin artışına katkıda bulunur. Engelli yaşlı diyabet hastalarının sağlık yükünün daha yüksek olması sebebiyle diyabetli bireylerdeki engelliliğe neden olan faktörlerin bilinmesi klinik açıdan faydalıdır (6, 18, 19).

Çeşitli çalışmalarda DM'nin mobilite kaybı ve fiziksel engellilik için risk faktörü olduğu gösterilmiştir (5, 6). Mobilitedeki kayıplara bağlı olarak hastalar temel günlük yaşam aktivitelerinde (sandalyeye oturup kalkma, merdiven inip çıkma, bakkal-market alışverişleri yapma vb.) birtakım zorluklarla karşılaşır. Hastalardaki mevcut kas gücü kayıpları mobilite kaybında önemli bir faktördür (4).

Kas fonksiyonunun kantitatif olarak değerlendirildiği çalışmalarda; diyabetli erişkinlerde diyabetik olmayanlara göre iskelet kas kuvvetinin daha düşük olduğu görülmüştür (8, 20). Andersen ve ark. 36 DM'li hasta ve 36 sağlıklı gönüllü ile yaptıkları çalışmada; diyabetin, ayak bileği ve diz eklemi çevresindeki kaslarda kuvvet kaybı ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (8). Diyabetli hastalarda kas kuvvetindeki kayıpların sebeplerine bakıldığında; kaslardaki intrinsek anormallikler, periferik arter hastalıkları, zayıflamış kapiller akım ve DPN gibi pek çok faktör sorumlu tutulmaktadır (8, 9, 12). PNP, DM'nin iyi bilinen bir komplikasyonudur. Gerek DM gerekse de PNP, hastaların mobilite düzeylerinde kısıtlanmalara sebep olarak hastaların yaşam kalitesini düşürmektedir (7). PNP'nin erken evrelerinde duysal bozukluklar, ileri evrelerinde ise kas gücündeki kayıplar iyi bilinmektedir (21). Oysa bazı çalışmalarda PNP'den bağımsız olarak erken dönemlerde de kas gücü kayıpları olabileceği ve bu hastalarda PNP'nin varlığının kas kuvveti kaybına ilave bir etki yaratabileceği bildirilmiştir (8). Benzer sonuçlar bildiren başka bir çalışmada da; PNP'si olmayan diyabetik hastalar ile sağlıklı gönüllüler karşılaştırılmış ve diyabetik grupta kas güçlerinin azaldığı görülmüştür

(7).

Genel anlamda PNP'nin kas kuvveti kaybına olan etkileri teorik olarak bilinsede, mevcut kas kuvvet kaybının ne düzeyde PNP'ye bağlı olduğu halen tartışmalıdır. Literatürdeki DM ve kas gücü ilişkisini araştıran makaleler incelendiğinde; diyabet süresi, zayıf glisemik kontrol ile kas gücü kayıpları ve kötü fiziksel performans ilişkisi gösterilmiştir. Kötü glisemik kontrol sonucu ortaya çıkan inflamatuvar sitokinlerin iskelet kasında oluşturduğu katabolizma, sarkopeni, yetersiz enerji kullanımı potansiyel olarak kas gücünü azaltan sebeplerdir (22, 23). Cesari ve ark.'nın yaptığı çalışmada, yüksek inflamatuvar sitokin düzeyi ile düşük el kavrama gücü ilişkisi gösterilmiştir (24).

Hastalarda gelişen PNP'nin alt ekstremitte kas gücüne olan etkisi literatürde bilinen bir gerçektir ve çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (13, 20). Hastalardaki PNP'nin düzeyine bağlı olarak gelişen duysal bozukluklar ve motor sistemdeki bozukluklar sonucu hastaların hareketliliği azalır, fonksiyonel kapasitelerinde düşümlere sebep olur (25). Ancak biz yaptığımız çalışmada daha önce yapılan çalışmaların aksine PNP'nin kas gücü kaybına, kişilerin yaşam kalitesine ve günlük yaşamlarına olan ekstra bir etkisini gözlemlenemedik.

Andersen ve ark.'nın 36 DM'li hasta ile 36 sağlıklı kontrol grubunu karşılaştıran çalışmasında, diyabetli gruptan şiddetli semptomatik nöropatisi olan hastalarda alt ekstremitte kas gücünde kayıp gözlenmiştir (8). Andersen ve ark.'nın yaptığı bir takip çalışmasında ise, semptomatik nöropatili diyabetik hastaların ayak bileğinde progresif bir kas kuvveti azalması görülürken, asemptomatik olan veya nöropatisi olmayan diyabetik hastaların kas kuvvetini koruduğu görülmüştür (15). Motor disfonksiyona bağlı olarak yıllık %3 oranında kas gücü kaybı görülmüştür. Bu durum şiddetli PNP'nin ileri dönem etkisi olarak yorumlanmıştır. Her iki çalışmada da diyabet hastalarındaki bozuk kas gücünün sebebi hastalardaki şiddetli PNP ile ilişkilendirilmiştir.

Kas kuvveti, diyabetik hastalarda fiziksel aktivite düzeyinin önemli belirleyicilerinden biridir. Daha önce yapılan bir çalışmada, DM'li hastalardaki kas kuvveti azalması nöropatiden bağımsız olarak fonksiyonel kapasite ve günlük yaşam aktivitelerinde azalma ile ilişkili bulunmuştur (7, 26). Sağlıklı yaşlanma ve vücut Kompozisyonu çalışmasının analizlerine göre; yaşlı diyabetik hastaların diyabet olmayanlara göre daha düşük kas gücüne ve kalitesine sahip olduğu görülmüştür (27, 28). Aynı zamanda diyabeti olan yaşlı erişkinlerin, daha düşük olan yürüme hızının kas gücündeki azalmayla ilişkisi gösterilmiştir (29).

Bizim mevcut verilerimiz sonucunda da; diyabetli grubun kontrol grubuna göre alt ekstremitte kas performansının daha düşük olması, fonksiyonel testlerde geride kalmaları kas gücündeki kayıplarla fonksiyonellik arasında bir korelasyon olduğunu düşündürmüştür.

DM gibi kronik hastalığı olan kişiler, hastalığın vücut üzerindeki yıkıcı komplikasyonları ve bu komplikasyonların önlenmesinden ziyade yaşam kalitesi ve fonksiyonellikleri üzerine olan etkisiyle ilgilenirler. Bu yüzden klinisyenler tarafından yaşam kalitesine olan ilgi son yıllarda belirgin şekilde artmıştır. Özellikle diyabetli kişilerde yapılan çalışmalarda; hasta ve sağlıklılar arasındaki karşılaştırmalarda SF-36 sık kullanılmaktadır (4, 30). Biz de çalışmamızda Tip 2 DM ve PNP'nin hastaların yaşam kalitesi üzerindeki etkisini SF-36 ile değerlendirdik. Çeşitli çalışmalarda da gösterildiği gibi DM'li hastalar sağlıklı kontrollere göre daha düşük yaşam kalitesi skorlarına sahipti. Benzer çalışmalarda olduğu gibi bizim çalışmamızda da, diyabetli hastalarda kas gücündeki kayıpların yaşam kalitesi üzerine olan negatif etkisi yapılan korelasyon analizi sonucu görülmüştür (5,7,30). Fakat diğer çalışmaların aksine, PNP'si olan ve olmayan grubun yaşam kalitesi skorları arasında anlamlı farklar yoktu (9, 31). Yapılan çalışmalarda, PNP'de hastaların yaşam kalitesini düşüren, özellikle geceleri artış gösteren nöropatik ağrılardır (32,33). Bizim çalışmamızda ise hastaların çoğunda ağrısız nöropati olması ve SF-36 ağrı alt skorunda iki grup arasında anlamlı farklılık olmaması sebebiyle PNP'nin yaşam kalitesi üzerine olan negatif etkisi gözlenmemiş olabilir.

Diyabetik PNP ve motor fonksiyon arasındaki ilişkiyi araştıran bazı çalışmalarda, motor muayene; topuklarda durma yeteneği, manuel kas testi ve motor sinirlerin nörofizyolojik muayeneleri gibi basit klinik testlerle değerlendirilmiştir. DM'li hastaların kas gücünü ve PNP şiddeti ile ilişkisini ölçmek için kantitatif izokinetik teknikler kullanılarak yapılan çalışma sayısı azdır. Diyabetik PNP de duysal bozuklukların aksine motor bozuklukların nadiren olduğu düşünülmüştür. Duyusal bozuklukların değerlendirilmesi ve tanınması kolaydır fakat motor bozuklukların değerlendirilmesi kas gücünü tahmin etmedeki güçlükler nedeniyle zordur. Diyabetik PNP ile ilişkili kas güçsüzlüğünün erken evrelerinde manuel kas testi yöntemiyle güç kayıpları tespit edilemeyebilir. İzokinetik dinamometrelerin kullanımı ile PNP'nin erken evrelerinde bile

kas gücünün kantitatif değerlendirilmesi mümkün olabilmektedir (34, 35). Biz de yaptığımız çalışmada; kas gücü kayıplarını kantitatif olarak tespit etmek için izokinetik dinamometre kullandık. Alt ekstremiteden kalça ve diz çevresi kasların ölçümünü yaptık. Biz çalışmamızda, diz ve kalça için yapılan ölçümlerin daha çok fleksiyon parametresinde anlamlı farklılık tespit ettik. Bu durum fleksiyon hareketinin ekstansiyona göre hastalarda daha çok ağrıya sebep olması sebebiyle olabilir. Andersen ve ark., Diyabetik PNP'nin kas gücüne olan etkisini kantitatif olarak değerlendirmek amacıyla 36 diyabetik hasta ile yaptıkları çalışmada, bizim çalışmamıza benzer şekilde daha çok fleksiyon parametrelerinde kas gücü kayıpları saptamışlardır. Ayrıca onlar yaptıkları çalışmada periferik arter hastalığının da kas gücü kayıplarına olası etkisini dışlamak için kontrol grubuna da aynı sayıda aralıklı kladikasyonu olan hasta dahil etmişlerdir (8). Fakat biz yaptığımız çalışmada sadece şiddetli periferik vasküler hastalığı olanları dışladık. Aralıklı kladikasyon yönünden hastaları ve kontrol grubunu sorgulamadık. Diyabetik hastalarda nöropatiyle birlikte alt ekstremitteyi etkileyen periferik arter hastalığı olması kas güçsüzlüğünü ve atrofisini şiddetlendirebilir (36). Volpato ve ark.'nin DM'li hastaların kas gücü ve kalitesinin yürüyüşle ilişkisini ölçen çalışmalarında, diyabetli hastalardaki kas gücü ve kalitesindeki farklılıkların, periferik motor nöropati ve alt ekstremitte periferik arter hastalığından bağımsız olarak, diyabetin kendisinin kas üzerine olan doğrudan etkisinden kaynaklandığını bildirmişlerdir (29). Bizim çalışmamızda da DM'li hastalardaki düşük kas gücünün; aşırı kilo ve obezite sonucu iskelet kasında artmış yağ infiltrasyonunun kasların oksidatif kapasitesini azaltması, kas gücünü düşürmesi sebebiyle olduğu düşünülmüştür.

Çalışmanın tek merkezde yapılmış olması, hastalık süresinin göz önünde bulundurulmamış olması ve benzer şekilde hastaların nöropati şiddetine göre gruplanmamış olması, diyabetli gruptaki hastaların glisemik kontrol düzeyleri ve HbA1c değerlerine bakılmamış olması, olası mikrovasküler komplikasyonlar yönünden hastalara detaylı inceleme yapılmamış olması, kontrol grubundaki hastalarda EMG ile PNP tanısının dışlanmamış olması, hasta sayısının az olması çalışmamızın önemli sayılabilecek limitasyonları idi.

Sonuç

Sonuç olarak çalışmamızda, diyabetli grubun sağlıklı gönüllülere kıyasla hastalardaki nöropati düzeyinden bağımsız olarak, diyabetin kalça eklemi ve diz eklemi çevresi kaslarda maksimum kas kuvvetinde azalmaya neden olduğunu belirledik. Diyabetli gruptaki hastalar TUG ve SCT testlerini daha uzun sürede tamamladıkları için, bu hastaların fonksiyonel açıdan daha zayıf olduklarını tespit ettik. Ayrıca diyabetli grubun SF-36 ölçeğinin bütün parametrelerinde daha düşük puan alarak, hastalıklarının yaşam kalitesini belirgin olarak düşürdüğünü gözlemledik. PNP

olan diyabetli grup ile olmayan diyabetli grup arasında belirgin fark gözlenmemesi hastaların tanı anından itibaren mobilite kaybı yönünden değerlendirilmesi gerektiğini düşündürmektedir.

Etik onam: Adıyaman Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan **22/05/2018** tarih ve **2018/4-9** sayılı kararı ile etik kurul onayı alındı. Çalışmamız Helsinki bildirisine uygun olarak yapıldı. Ayrıca çalışmamıza katılacak tüm bireyler bilgilendirildi ve onam formunun imzalı sureti alındı.

Yazar Katkıları:

Konsept: A.Y., A.A.Ç.

Literatür Tarama: A.A.Ç., G.D.S.

Tasarım: A.Y., A.A.Ç., G.D.S.

Veri toplama: A.A.Ç.

Analiz ve yorum: A.Y., A.A.Ç.

Makale yazımı: G.D.S.

Eleştirel incelenmesi: G.D.S., D.E.G.

Çıkar Çatışması: Herhangi bir çıkar çatışmamız bulunmamaktadır.

Finansal Destek: Araştırma kapsamında herhangi bir kurum ya da kuruluşun finansal destek sağlanmamıştır.

Kaynaklar

- Emerging Risk Factors Collaboration. Diabetes Mellitus, fasting blood glucose concentration and risk of vascular disease: 102 A joint meta-analysis of prospective study. *The Lancet* 2010; 375 (9733): 2215-222.
- Orr R, Tsang T, Lam P, Comino E, Singh MT. Mobility impairment in type 2 diabetes: association with muscle power and effect of Tai Chi intervention. *Diabetes Care* 2006; 9(9): 2120-2122.
- Loerbroks A, Herr RM, Icks A, Bosch JA. The association of self-reported diabetes with impaired social functioning in low-, middle- and high-income countries: findings from the World Health Survey. *Diabet Med* 2018; 35(3): 332-338.
- Rubin RR, Peyrot M. Quality of life and diabetes. *Diabetes Metab Res Rev* 1999; 15(3): 205-218.
- Gregg EW, Beckles GL, Williamson DF, Leveille SG, Langlois JA, Engelgau MM, et al. Diabetes and physical disability among older US adults. *Diabetes Care* 2000; 23(9):1272-1277.
- Volpato S, Blaum C, Resnick H, Ferrucci L, Fried LP Comorbidities and impairments explaining the association between diabetes and lower Ekstremité disability: The Women's Health and Aging Study. *Diabetes Care* 2002; 25(4): 678-683.
- Ijzerman TH, Schaper NC, Melai T, Meijer K, Willems PJB, Savelberg HHCM. Lower Ekstremité muscle strength is reduced in people with type 2 diabetes, with and without polyneuropathy, and is associated with impaired mobility and reduced quality of life. *Diabetes Res Clin Pract* 2012; 95(3):345-351.
- Andersen H, Nielsen S, Mogensen CE, Jakobsen J. Muscle strength in type 2 diabetes. *Diabetes* 2004; 53(6):1543-1548.
- Van Schie CH. Neuropathy: mobility and quality of life. *Diabetes Metab Res Rev* 2008; 24:45-51.
- Oberbach A, Bossenz Y, Lehmann S, Niebauer J, Adams V, Paschke R, et al. Altered fiber distribution and fiber-specific glycolytic and oxidative enzyme activity in skeletal muscle of patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2006; 29(4):895-900.
- Womack L, Peters D, Barrett EJ, Kaul S, Price W, Lindner JR. Abnormal skeletal muscle capillary recruitment during exercise in patients with type 2 diabetes mellitus and microvascular complications. *J Am Coll Cardiol* 2009; 53(23): 2175-2183.
- Vinik AI, Strotmeyer ES, Nakave AA, Patel CV. Diabetic neuropathy in older adults. *Clin Geriatr Med* 2008; 24(3):407-435.
- Van Acker K, Bouhassira D, De Bacquer D, Weiss S, Mathys K, Raemen H, et al. Prevalence and impact on quality of life of peripheral neuropathy with or without neuropathic pain in type 1 and type 2 diabetic patients attending hospital outpatients clinics. *Diabetes Metab* 2009; 35(3): 206-213.
- Callaghan BC, Cheng HT, Stables CL, Smith AL, Feldman EL. Diabetic neuropathy: clinical manifestations and current treatments. *Lancet Neurol* 2012; 11(6): 521-534.
- Andreassen CS, Jakobsen J, Andersen H. Muscle weakness: a progressive late complication in diabetic distal symmetric polyneuropathy. *Diabetes* 2006; 55(3): 806-812.
- Andersen H, Poulsen PL, Mogensen CE, Jakobsen J Isokinetic muscle strength in long-term IDDM patients in relation to diabetic complications. *Diabetes* 1996; 45(4): 440-445.
- McHorney CA, Ware Jr JE, & Raczek AE. The MOS 36-Item Short-Form Health Survey (SF-36): II. Psychometric and clinical tests of validity in measuring physical and mental health constructs. *Medical care* 1993; 247-263.
- Nightingale EJ, Pourkazemi F, Hiller CE. Systematic review of timed stair tests. *J Rehabil Res Dev*. 2014; 51(3): 335-50.
- Pangilinan J, Quanstrom K, Bridge M, Walter LC, Finlayson E, Suskind AM. The Timed Up and Go Test as a Measure of Frailty in Urologic Practice. *Urology* 2017; 106: 32-8
- Mokdad AH, Ford ES, Bowman BA, Nelson DE, Engelgau MM, Vinicor F, et al. Diabetes trends in the US: 1990-1998. *Diabetes Care* 2000; 23(9): 1278-1283.
- Bruce DG, Davis WA, Davis TME. Longitudinal predictors of reduced mobility and physical disability in patients with type 2 diabetes: the Fremantle Diabetes Study. *Diabetes Care* 2005; 28(10):2 441-2447.
- Park Park SW, Goodpaster BH, Strotmeyer ES, de Rekeneire N, Harris TB, Schwartz AV, et al. Decreased muscle strength and quality in older adults with type 2 diabetes: the health, aging, and body composition study. *Diabetes* 2006; 55(6): 1813-1818.
- Andersen H, Stalberg E, Gjerstad MD, Jakobsen J Association of muscle strength and electrophysiological measures of reinnervation in diabetic neuropathy. *Muscle Nerve* 1998; 21(12): 1647-1654.
- De Rekeneire N, Resnick HE, Schwartz AV, Shorr RI, Kuller LH, Simonsick EM, et al. Diabetes is associated with sub-clinical functional limitation in nondisabled older individuals: the Health, Aging, and Body Composition study. *Diabetes Care* 2003; 26(12): 3257-3263.
- Cesari M, Penninx BW, Pahor M, Lauretani F, Corsi AM, Williams GR, et al. Inflammatory markers and physical

- performance in older persons: the InCHIANTI study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2004; 59(3): 242-248.
26. Allen MD, Doherty TJ, Rice CL, Kimpinski K. Physiology in Medicine: neuromuscular consequences of diabetic neuropathy. *J Appl Physiol* 2016; 121(1): 1-6.
 27. Van Sloten TT, Savelberg HH, Duimel-Peeters IG, Meijer K, Henry RM, Stehouwer CD, et al. Peripheral neuropathy, decreased muscle strength and obesity are strongly associated with walking in persons with type 2 diabetes without manifest mobility limitations. *Diabetes Res Clin Pract* 2011; 91(1): 32-39.
 28. Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Di Iorio A, et al. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol* 2003; 95(5): 1851-1860.
 29. Park SW, Goodpaster BH, Strotmeyer ES, Kuller LH, Broudeau R, Kammerer C, et al. Accelerated loss of skeletal muscle strength in older adults with type 2 diabetes: the health, aging, and body composition study. *Diabetes Care* 2007; 30(6): 1507-1512.
 30. Volpato S, Bianchi L, Lauretani F, Lauretani F, Bandinelli S, Guralnik JM, et al. Role of muscle mass and muscle quality in the association between diabetes and gait speed. *Diabetes Care* 2012; 35(8): 1672-1679.
 31. Norris SL, McNally TK, Zhang X, Burda B, Chan B, Chowdhury FM, et al. Published norms underestimate the health-related quality of life among persons with type 2 diabetes. *J Clin Epidemiol* 2011 64(4): 358-365.
 32. Benbow SJ, Wallymahmed ME, MacFarlane IA. Diabetic peripheral neuropathy and quality of life. *QJM* 1998; 91(11): 733-737.
 33. Currie CJ, Poole CD, Woehl A et al. The health-related utility and health-related quality of life of hospital-treated subjects with type 1 or type 2 diabetes with particular reference to differing severity of peripheral neuropathy. *Diabetologia* 2006; 49(10): 2272-2280.
 34. Galer BS, Gianas A, Jensen MP. Painful diabetic polyneuropathy: epidemiology, pain description, and quality of life. *Diabetes Res Clin Pract* 2000; 47(2): 123-128.
 35. Haris AH, Hammoud H, Abdul-Hakieim S, Gad HK, Al-Alfy M Isokinetic muscle strength assessment of lower limbs in diabetic neuropathy. *Egypt Rheumatol Rehab* 2007; 34(2): 239-249.
 36. Andersen H, Gjerstad MD, Jakobsen. Atrophy of foot muscles: a measure of diabetic neuropathy. *Diabetes Care* 2004; 27(10): 2382-2385.
 37. Dolan NC, Liu K, Criqui MH, Greenland P, Guralnik JM, Chan C, et al. Peripheral artery disease, diabetes, and reduced lower extremity functioning. *Diabetes Care* 2002; 25(1): 113-120.