

PAPER DETAILS

TITLE: Tip 2 Diyabetli Bireylerde Fizyolojik Harcama Indeksi, Fonksiyonel Kapasite ve Klinik Belirteçler

AUTHORS: Cemile BOZDEMİR ÖZEL,Hülya ARIKAN,Raziye Nesrin DEMİRTAS,Melda

SAGLAM,Ebru ÇALIK KÜTÜKCÜ,Naciye VARDAR YAGLI,Deniz INAL INCE,Aysen AKALIN,Özgen ÇELER

PAGES: 652-658

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/928780>

Tip 2 Diyabetli Bireylerde Fizyolojik Harcama İndeksi, Fonksiyonel Kapasite ve Klinik Belirteçler

Physiological Expenditure Index, Functional Capacity and Clinical Parameters in Patients with Type 2 Diabetes

¹Cemile Bozdemir Özel, ²Hülya Arıkan, ³Raziye Nesrin Demirtaş, ¹Melda Sağlam, ¹Ebru Çalık Kütükcü, ¹Naciye Vardar Yağlı, ¹Deniz İnal İnce, ⁴Özgen Çeler, ⁴Aysen Akalın

¹Hacettepe Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Fakültesi, Ankara, Türkiye
²Atılım Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara, Türkiye
³Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fiziksel tıp ve Rehabilitasyon Bölümü, Eskişehir, Türkiye
⁴Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Endokrinoloji ve Metabolizma Bölümü, Eskişehir, Türkiye

Özet: Tip 2 diyabeti olan kişilerde mekanik ve metabolik yetersizliklere bağlı olarak enerji harcaması etkilenmektedir. Bu çalışmanın amacı fonksiyonel egzersiz kapasitesinin değerlendirmesi sırasında enerji harcamasını ve tip 2 diyabeti parametrelerinin ilişkisinin değerlendirilmesidir. Çalışmaya 17 tip 2 diyabetli hasta dahil edildi. Laboratuvar değerleri ve antropometrik ölçümleri kaydedildi. Fonksiyonel kapasitesi altı dakika yürüme testi ile değerlendirildi. Enerji harcaması fizyolojik harcama indeksi ile altı dakika yürüme işi kullanılarak değerlendirildi. Fizyolojik harcama indeksi altı dakika yürüme testi ve istirahatteki kalp hızı farkının hızla bölünmesiyle hesaplandı. Altı dakika yürüme işi altı dakika yürüme mesafesinin vücut ağırlığının çarpılmasıyla hesaplandı. Ortalama fizyolojik harcama indeksi $0,37 \pm 0,18$ (atım/m)'di. Fizyolojik harcama indeksi boy, vücut kütle indeksi, açlık kan glukozu, total kolesterol ile ilişkiliydi ($p < 0,05$). 6DYT işi yaş, boy, c-reaktif protein, bel kalça oranı, yağ yüzdesi, yağsız vücut kütlesi ile ilişkiliydi ($p < 0,05$). Tip 2 diyabetli hastalarda fonksiyonel kapasite sırasındaki enerji harcaması klinik parametrelerle ilişkilidir. Enerji harcamasının alternatif yöntemleri olan fizyolojik harcama indeksi ve altı dakika yürüme işinin farklı klinik belirteçlerle ilişkili olması açısından birlikte incelenmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Tip 2 diyabet; egzersiz ; enerji harcaması, egzersiz testi

Abstract: Energy expenditure is affected due to mechanical and metabolic deficiencies in individuals with type 2 diabetes. The aim of this study was to evaluate the relationship between energy expenditure during the assessment of functional exercise capacity and type 2 diabetes parameters. Seventeen patients with type 2 diabetes were included in the study. Laboratory and anthropometric values were recorded. Functional capacity was assessed using a six minute walk test. Energy expenditure was assessed using the physiological cost index and six minutes walk test work. Physiological cost index was calculated by difference between resting heart rate and heart rate at the end of the six minute walk test (beats), divided by average velocity (m/min). The six minutes walk work was calculated using six minute walk distance (m) x body weight (kg). The mean physiological cost index was 0.37 ± 0.18 (beats/m). Physiological cost index was associated with height, body mass index, fasting blood glucose and total cholesterol ($p < 0.05$). Six minutes walking work was related to age, height, c-reactive protein, waist-hip ratio, fat percentage, lean body mass ($p < 0.05$). Energy expenditure during functional capacity in patients with type 2 diabetes is associated with clinical parameters. It is recommended to examine the both of physiological cost index and the six-minute walking test which is an alternative method of energy expenditure because of their relation to different clinical markers.

Keywords: type 2 diabetes, exercise, energy expenditure, exercise test

ORCID ID of the authors: C.B.O 0000-0001-7375-2519, H.A 0000-0002-0028-4256 R.N.D 0000-0002-4576-1570, M.S 0000-0001-5323-1943, E.Ç.K 0000-0001-5215-5125, N.V.Y 0000-0003-0218-140X, D.İ.İ 0000-0002-8151-0664, Ö.C 0000-0001-8167-6392 A.A 0000-0003-3550-2871

Received 26.11.2019

Accepted 13.01.2020

Online published 19.06.2020

Correspondence: Cemile BOZDEMİR - Hacettepe Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Fakültesi, Ankara, Türkiye
e-mail: cemilebozdemir@hotmail.com

Cite this article as:

Bozdemir Özel C, Arıkan H, Demirtaş R.N, Sağlam M, Çalık Kutukcu E, Vardar Yağlı N, İnal İnce D, Çeler O, Akalın A, Physiological Expenditure Index, Functional Capacity and Clinical Parameters in Patients with Type 2 Diabetes, Osmangazi Journal of Medicine, 2020;42(6):652-658 Doi: 10.20515/otd.650967

1. Giriş

Tip 2 Diyabet (T2D) insülin sekresyonu, insülinin etkisi ya da her ikisindeki etkilenimi sonucunda hiperglisemiyle karakterize bir metabolizma hastalığıdır (1). T2D prevalansı obezite insidansının yükselmesiyle giderek artmaktadır (2). T2D ve ilişkili komplikasyonlar günlük fiziksel aktivite kapasitesini etkilemektedir (3).

Fonksiyonel kapasite; bireyin submaksimal düzeyde günlük yaşam aktivitelerini gerçekleştirebilme yeteneğidir (4). Altı dakika yürüme testi (6DYT) fonksiyonel kapasiteyi değerlendirmek için kullanılan, uygulaması kolay ve güvenilir bir testtir. Vücut ağırlığı ve yürüme mesafesi kullanılarak hesaplanan 6DYT işi fonksiyonel kapasiteyi değerlendiren önemli bir parametredir (5). Testin yapılabilmesi için komplike bir ekipmana gerek duyulmaz (6). 6DYT, T2D gibi çoğu kronik hastalık için sağ kalımının belirlenmesinde önemli bir yeri olan günlükfonksiyonel egzersiz kapasitesinin değerlendirilmesinde anahtar rol oynar (7, 8). Yapılan çalışmalarda, T2D’de glisemik kontrolün bozulması ve onunla ilişkili komplikasyonlara bağlı olarak fonksiyonel kapasitenin azaldığı belirtilmiştir (7, 9). Ayrıca yapılan çalışmalarda mekanik ve metabolik yetersizliklere bağlı olarak T2D’de günlük yapılan fiziksel aktiviteyle ilişkili enerji harcamasında azalma gösterilmiştir (10, 11).

Fiziksel aktivite sırasında enerji harcaması, oksijen alımı ve solunum değişim oranı belirlenerek ölçülmektedir (12). Fizyolojik harcama indeksi (FHİ); günlük yaşamda yaygın olarak kullanılan bir aktivite olan yürümenin klinik olarak kompleks bir ekipman gerektirmeden enerji harcamasının değerlendirilmesini sağlayan, geçerli, güvenilir ve alternatif bir metod olarak kullanılmaktadır (13). Bu indeks MacGregor tarafından tanımlanan bir denklem ile yürüme hızı, dinlenme ve aktivitedeki kalp hızı parametrelerinin kullanılmasıyla enerji harcaması ve yürüme performansı hakkında bilgi vermektedir. Yapılan çalışmalarda, FHİ’nin enerji harcamasının önemli göstergelerinden biri olan maksimum oksijen tüketimi ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (14,

15). Sağlıklı kişilerde 6DYT sırasında enerji tüketimini belirlemek amacıyla FHİ’nin kullanıldığı çalışmalarda FHİ indeksi ile 6DYT mesafesi arasında ilişki bulunmuştur (16). Literatürde T2D’li hastalarda 6DYT sırasında enerji harcaması, 6DYT’nin fizyolojik cevapları ve T2D parametreleri arasındaki ilişkinin değerlendirildiği çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı; fonksiyonel egzersiz kapasitesinin değerlendirmesi sırasında enerji harcamasının ve T2D parametrelerinin ilişkisinin değerlendirilmesidir. Enerji harcaması ile ilişkili faktörlerin incelenmesinin T2D’li bireylerin egzersiz performansının yorumlanmasında ve klinik uygulamalarda yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

2. Gereç ve Yöntemler

Bireyler

Kesitsel bir çalışma olan araştırmaya Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı Endokrinoloji ve Metabolizma Bilim Dalı tarafından tanı konan T2DM’li 17 birey dahil edildi (17). Çalışmaya egzersiz testlerinin yapılmasına engel olacak fiziksel veya kognitif özrü bulunan, bilinen veya kontrol edilemeyen kardiyovasküler hastalığı, kalp yetersizliği, ritm bozukluğu, pulmoner hastalığı, karaciğer yetmezliği, böbrek yetmezliği, kanser, nörolojik ve ortopedik hastalığı olan bireyler dahil edilmedi. Çalışmanın yapılabilmesi için Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Etik Kurulu’ndan etik onayı alındı (LUT 12/105). Araştırmaya katılan tüm bireylerden aydınlatılmış onam alındı.

Değerlendirmeler

Çalışmaya dahil edilen tüm bireylerin yaş, boy, vücut ağırlığı, cinsiyet vb. demografik özellikleri ve medikal hikayeleri kaydedildi. Bireylerin vücut ağırlığının (kg) boy uzunluğunun (m) karesine bölünmesiyle vücut kütle indeksleri (VKİ) hesaplandı. Santral obeziteyi belirlemek amacıyla ayakta dik pozisyonda, mezura kullanılarak iliak krista ile en alt kosta arasındaki mesafenin tam orta

noktasından bel çevresi ve kalça çevresi ise torakanter major hizasından yere paralel olarak da kalça çevresi ölçüldü. Bel-kalça oranı kaydedildi (18).

Bireylerin laboratuvar bulguları olarak açlık kan glukozu (AKG), glikolize hemoglobin (HbA1C), trigliserid, düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterol (LDL-C), yüksek yoğunluklu lipoprotein kolesterol HDL-C, total kolesterol, C-reaktif protein (CRP) gibi laboratuvar sonuçları kaydedildi.

Antropometrik ölçümleri için bel çevresi ve kalça çevresi kaydedildi. Bioelektriksel impedans analizi (Tanita, TBF-300, Tokyo, Japan) kullanılarak vücut yağı ve yağsız vücut ağırlığı hesaplandı.

Bireylerin adipoz doku fonksiyon bozukluğunu değerlendirmek için kullanılan kardiyometabolik risk ile ilişkili, klasik parametrelerden (bel çevresi, VKİ) daha duyarlı bir yöntem olan visceral adipoz indeksi (VAİ) hesaplandı (19). VAİ hesaplanırken;

Erkek bireyler için;

[Belçevresi (cm)/39.68+(1.88*VKİ)]* [Trigliserid (mmol/L)*1.03]* [1.31/HDL-C (mmol/L)];

Kadın bireyler için;

[Belçevresi (cm)/36.58+(1.89*VKİ)]* [Trigliserid (mmol/L)*0.81]* [1.52/HDL-C (mmol/L)] formülleri kullanıldı. VAİ'nin yaşa göre referans değerleri dikkate alınarak bireyler sınıflandırıldı.

Fonksiyonel kapasite; 6DYT ile değerlendirildi. 30 metrelik düz bir koridorda, bireylerden mümkün olduğunca hızlı yürümeleri istendi. Bireylere test sırasında yorgunluk veya nefessizlik hissederseniz dinlenebilecekleri veya testi sonlandırabilecekleri söylendi. Test sırasında cesaretlendirici standart kelimeler kullanıldı (20). Testin bitiminde 6 DYT mesafesi metre cinsinden kaydedildi. Yaş ve cinsiyet kullanılarak 6DYT beklenen değerleri ve beklenen değerlerin yüzdesi olarak ifade edilen 6DYT mesafesi (% 6DYT) değerleri ve 6DYT işi (6DYT mesafesi * Vücut ağırlığı

(kg)) hesaplandı (21, 22). % 6DYT mesafesinin % 82'nin altındaysa fonksiyonel kapasitesinde azalmayı göstermektedir (23). Bireylerin 6DYT mesafesi kullanılarak test sırasında elde edilen zirve oksijen tüketimi belirlendi $[VO_{2\text{zirve}} \text{ (ml/kg/min)} = 14.986 + (0.025 * 6\text{DYT mesafe}) - (0.161 * \text{Vücut ağırlığı})]$ (8). 6DYT öncesi ve sonrasında pulse oksimetre (Model PM50D, P.R.C.) ile kalp hızı ve oksijen saturasyonu (SpO2) kaydedildi. Test öncesi ve sonrasında bireylerin bacak yorgunluğu ve dispne düzeyleri Modifiye Borg Skalası ile değerlendirildi. Modifiye Borg skalası 0-10 arasında puanlanmaktadır ve yüksek puanlar dispne ve bacak yorgunluğunun fazla olduğunu ifade etmektedir (24).

6DYT sırasında bireylerin enerji harcamasını ve yürüme eforunu değerlendirmek amacıyla fizyolojik harcama indeksi (FHİ) hesaplandı. FHİ'nin hesaplanmasında $[FHİ = (\text{Yürüme sırasındaki kalp hızı} - \text{dinlenme kalp hızı}) / \text{yürüme hızı (m/dk)}]$ denklemi kullanıldı (12). Sağlıklı kişilerde FHİ'nin normal değerleri 0.23-0.42 atım/m arasında bulunmaktadır (25).

İstatistiksel Analiz

Verilerin analizinde SPSS istatistiksel yazılımı (SPSS Statistics version 20.0, IBM, Armonk, NY, USA) kullanıldı. Değişkenlerin tanımlayıcı istatistikler aritmetik ortalama $\pm$ standart sapma ($X \pm SS$), minimum ve maksimum değerler olarak ifade edildi. Değişkenler arasındaki korelasyonun değerlendirilmesinde spearman korelasyon testi kullanıldı. Korelasyon katsayıları 0.00-0.19 ilişki yok, 0.20-0.39 zayıf ilişki, 0.40-0.69 orta düzeyde ilişki, 0.70-0.89 kuvvetli ilişki ve 0.90-1.00 çok kuvvetli ilişki olarak değerlendirildi. $p < 0,05$ düzeyi istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

3. Bulgular

Çalışmaya 17 T2D'li (10 erkek, 7 kadın) birey dahil edildi. Bireylerin demografik ve klinik özellikleri Tablo 1'de gösterildi. Çalışmaya dahil edilen bireyler klinik olarak stabildi. Bireylerin yaşa göre VAİ değerleri incelendiğinde; % 29.4'ünde adipoz doku fonksiyon bozukluğu yok, % 5,9'unda hafif,

% 35,3'ünde orta, % 29,4'ünde ise şiddetli düzeyde adipoz doku fonksiyon bozukluğu vardı. Ortalama FHİ'i 0,37 ±0,18 (atım/m)'idi. Bireyler fizyolojik harcama indeksine göre sınıflandırıldığında; FHİ

değerleri bireylerin % 23,5'inde 0,23 atım/m'nin altında, %29,4'ünde 0,23-0,42 atım/m arasında, % 47,1'inde ise 0,42 atım/m'nin üzerindeydi.

Tablo1. Bireylerin tanımlayıcı ve klinik özellikleri

T2D (n:17)		
	X±SS	Min-Maks.
Yaş (yıl)	45,58±8,69	36-58
Boy(cm)	167,17±10,23	150-182
VKİ(kg/m ²)	33,40±4,12	21,20-40,00
Açlık kan glukozu (mmol/L)	113,82±27,91	88-193
HbA1c (%)	7,03±0,73	6,50-9,28
Total kolesterol (mmol/L)	230,64±41,80	160-297
HDL-C (mmol/L)	47,88±7,53	35-62
LDL-C (mmol/L)	158,58±40,09	91-222
CRP (mg/dL)	0,40±0,24	0,32-1,33
Bel çevresi(cm)	108,29±11,39	78-126
Bel/kalça oranı	0,93±0,08	0,82-1,06
Yağ yüzdesi (%)	36,35±8,88	23,70-49,30
Yağsız kütle (kg)	58,81±12,33	38,60-56,70
VAİ	2,84±1,34	1,09-5,95
6DYT(m)	484±77,52	313-610
6DYT%	81,70±10,30	60,40-102,00
6DYT VO ₂ zirve (mL/kg.dk)	12,06±2,83	7,03-19,00
6DYT işi (kg.m)	45192,94±101,01	30674-63250
6DYT maksimum kalp hızı (atım/dk)	111,64±18,23	78-141
6DYT maksimum kalp hızı (%)	63,98±10,01	47,19-80,84
Fizyolojik harcama indeksi (atım/m)	0,37±0,18	0,06-0,68

*CRP: C-reaktif protein HbA1c: Glikolize hemoglobin, HDL-C: Yüksek yoğunluklu lipoprotein kolesterol, LDL-C: Düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterol, T2DM: Tip 2 diyabet, VAİ: Viseral Adipoz İndeks, VKİ: Vücut kütle indeksi, 6DYT:Altı dakika yürüme testi

Bireylerin % 47,1'inin % 6DYT değerleri % 82'nin altında, %52,9'unun ise % 82'nin üzerindeydi. Klinik parametreleri ile FHİ ve 6DYT işi arasındaki ilişkilere bakıldığında; FHİ ile boy, AKG, total kolesterol, 6DYT mesafesi, 6DYT yüzdesi ve 6DYT sırasında

tahmin edilen zirve oksijen tüketimi arasında bir ilişki bulundu (p<0.05). 6DYT işi ile yaş, boy, CRP, bel/kalça oranı, yağ yüzdesi, yağsız kütle, 6DYT mesafesi ve 6DYT sırasında tahmin edilen zirve oksijen tüketimi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu (p>0.05)(Tablo2).

Tablo 2. Bireylerin klinik parametreleri ve fizyolojik harcama indeksi ve 6DYT işi arasındaki ilişkiler

	Fizyolojik harcama indeksi (atım/m)		6DYT işi (m.kg)	
	r	p	r	p
Yaş (yıl)	-0,103	0,694	-0,548	0,023
Boy(cm)	-0,578	0,015	0,799	<0,001
VKİ(kg/m ²)	0,588	0,013	-0,343	0,178
Açlık kan glukozu (mmol/L)	-0,493	0,044	0,195	0,555
HbA1c (%)	-0,045	0,863	0,225	0,386
Total kolesterol (mmol/L)	0,488	0,047	-0,410	0,103
HDL-C (mmol/L)	-0,173	0,506	-0,213	0,412
LDL-C (mmol/L)	0,422	0,092	-0,081	0,758
CRP (mmol/L)	-0,003	0,992	-0,586	0,014
Bel çevresi(cm)	0,103	0,694	0,296	0,249

Bel/kalça oranı	-0,268	0,298	-0,762	<0,001
Yağ yüzdesi(%)	0,346	0,174	-0,681	0,003
Yağsız kütle (kg)	0,279	0,277	0,806	<0,001
VAl	0,091	0,729	-0,088	0,736
6DYT	0,633	0,006	0,713	0,001
6DYT%	0,485	0,048	0,054	0,837
6DYT VO ₂ zirve(mL/kg.dk)	0,633	0,006	0,713	0,001
6DYT işi (kg.m)	-0,380	0,133	-	-
Fizyolojik harcama indeksi (atım/m)	-	-	-0,380	0,133

*CRP: C-reaktif protein HbA1c: Glikolize hemoglobin, HDL-C: Yüksek yoğunluklu lipoprotein kolesterol, LDL-C: Düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterol, VAl: Visceral Adipoz İndeks, VKİ: Vücut kütle indeksi, 6DYT: Altı dakika yürüme testi

4. Tartışma ve Sonuç

Bizim çalışmamız T2D'li hastalarda 6DYT sırasında enerji harcaması, 6DYT'nin fizyolojik cevapları ve T2D parametreleri arasında ilişkinin değerlendirildiği ilk çalışmadır. Çalışmamızdaki sonuçlar 6DYT sırasındaki enerji harcaması göstergelerinden biri olan FHI'nin boy, AKG, total kolesterol, egzersiz kapasitesi ve tahmini zirve oksijen tüketimiyle ilişkili olduğunu gösterdi. Diğer bir enerji harcaması parametresi olan 6DYT işinin ise yaş, boy, inflamasyon düzeyi, bel/kalça oranı, yağ yüzdesi, yağsız kütle, egzersiz kapasitesi ve tahmini zirve oksijen tüketimi arasında ilişkili olduğu bulundu.

Fonksiyonel kapasite, günlük fiziksel aktiviteler sırasında vücudun oksijen kullanabilme yeteneğini göstermektedir. Literatürde sağlıklı kişilerde fonksiyonel kapasitenin 6DYT ile değerlendirildiği çalışmalarda zirve oksijen tüketimi 14,0 - 38,5 mL/kg/dk arasında değişmektedir (26). Çalışmamızda tahmini zirve oksijen tüketimi bu değerlerin altındaydı. T2D'li hastalarda 6DYT mesafesi sağlıklı kontrollerle karşılaştırıldığında; T2D'li bireylerin daha düşük egzersiz kapasitesine sahip olduğu gösterilmiştir (8, 27). Bizim çalışmamızdaki bireylerin 6DYT mesafeleri yaş ve cinsiyete göre beklenen değerlerine göre karşılaştırıldığında % 47,1'inin egzersiz kapasitesi klinik olarak anlamlılık değerinin altındaydı ve düşük egzersiz kapasitesine sahipti (23). T2D'de glukoz metabolizmasının bozulması, perfüzyonun azalması, endotelial disfonksiyon, mitokondriyal etkilenim gibi faktörlerin egzersiz sırasında kaslarının oksijen kullanımının etkilediği düşünülmektedir (28).

Vücut ağırlığı yürümenin gerçekleştirilebilmesi için gereken enerji harcamasını etkileyebilmektedir. Çalışmamızda fonksiyonel kapasitenin değerlendirilmesi için vücut ağırlığının da dikkate alındığı alternatif bir test olan 6DYT işi kullanıldı (29). 6DYT işi ile yaş, boy, inflamasyon düzeyi, bel-kalça oranı, vücut yağ yüzdesi, yağsız kütle ve 6DYT sırasındaki zirve oksijen tüketimi arasında ilişki bulundu. Iwama ve ark. sağlıklı kişilerde 6DYT işini yaş, boy ve cinsiyetin etkilediğini göstermiştir (30). T2D' de yapılan başka bir çalışmada yaş, VKİ, bel-kalça oranını 6DYT mesafesinin klinik belirteçleri olarak tanımlamışlardır (31). 6DYT mesafesini etkileyen klinik özelliklerin 6DYT işini de etkilemiş olabileceğini düşünmekteyiz.

FİH, submaksimal egzersiz sırasında kalp hızı ve oksijen tüketimi arasındaki doğrusal ilişkiye dayanarak enerji harcamasının belirlenmesini sağlayan objektif bir ölçümdür (32). Çalışmamızdaki bireylerin % 47,1'i ise sağlıklı kişilerde elde edilen FİH'nin üzerinde bir değere sahipti. Rose ve ark. FİH değerleri ile kişinin kendi yürüme hızıyla elde ettikleri enerji harcamasının yürüme ekonomisiyle ilişkili olduğunu göstermişlerdir. Bireylerin kendi tercih ettikleri yürüme hızının yavaş yürüme hızından daha az enerji harcamasını gerektirdiğini belirtmişlerdir (33). Ayrıca daha fazla mesafenin yürünmesi kalp hızını da artıracığından enerji harcamasını da artırmaktadır. Çalışmamıza katılan bireylerin ise %23,5'inde sağlıklı kişilerde elde edilen FİH'in altında bir değer elde edildi. T2D'de 6DYT mesafesinde meydana gelen azalmanın FİH'nin düşük olmasına neden olduğu düşünülmektedir. FİH elde edilirken kalp hızı ve yürüme hızı önemlidir. Yürüme hızı ve kalp hızını etkileyen faktörler enerji

harcamasını da etkilemektedir. Bizim çalışmamızın sonuçları FHİ ile boy, VKİ, AKG, total kolesterol, 6DYT mesafesi, 6DYT yüzdesi ve 6DYT sırasında tahmin edilen zirve oksijen tüketimi ile ilişkili olduğunu gösterdi. Westertep ve ark. enerji harcamasının vücut kütlesi ve yağsız vücut kütlesi ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (34). Sağlıklı kişilerde VKİ'nin FHİ ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (35). Ekstra yük, lipit düzeylerinin fazla olması ve glikolitik kapasitenin bozulması T2D'li bireylerde yürüme sırasında daha fazla iş harcamasına ve daha fazla kardiorespiratuar gereksinime ihtiyaç duyulmasına neden olmaktadır. Bulgularımız bu yönüyle literatürü

desteklemektedir. Çalışmamızda enerji harcamasının doğrudan bir yöntemle ölçülmemesi bir limitasyon oluşturmaktadır.

Çalışmamızın sonuçları; T2D'li bireylerde enerji harcamasının göstergelerinden birisi olan FHİ'yle boy uzunluğu, VKİ, AKG, total kolesterol düzeyleri ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Vücut ağırlığının dikkate alındığı 6DYT işini ise inflamasyon düzeyi, bel-kalça oranı ile gösterilen abdominal yağlanma ve vücut yağı etkilemektedir. T2D'li bireylerde fonksiyonel kapasite parametreleri değerlendirilirken FHİ ve 6DYT işinin farklı klinik belirteçlerle ilişkili olması nedeniyle birbirine alternatif değil birlikte yorumlanması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Association AD. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes care*. 2013;361:67-74.
2. Bhupathiraju SN, Hu FB. Epidemiology of obesity and diabetes and their cardiovascular complications. *Circ Res*. 2016;118:1723-35.
3. Bruce DG, Davis WA, Davis TM. Longitudinal predictors of reduced mobility and physical disability in patients with type 2 diabetes: the Fremantle Diabetes Study. *Diabetes care*. 2005;28:2441-7.
4. Arena R, Myers J, Williams MA, Gulati M, Kligfield P, Balady GJ, et al. Assessment of functional capacity in clinical and research settings: a scientific statement from the American Heart Association Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention of the Council on Clinical Cardiology and the Council on Cardiovascular Nursing. *Circulation*. 2007;116:329-43.
5. Chuang M-L, Lin I-F, Wasserman K. The body weight-walking distance product as related to lung function, anaerobic threshold and peak $\dot{V}O_2$ in COPD patients. *Respir Med*. 2001;95:618-26.
6. Holland AE, Spruit MA, Troosters T, Puhan MA, Pepin V, Saey D, et al. An official European Respiratory Society/American Thoracic Society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease *Eur Respir J*. 2014;44:1428-46.
7. Awotidebe TO, Adedoyin RA, Oke KI, Ativie RN, Opiyo R, Ikujeysi EO, et al. Relationship between functional capacity and health-related quality of life of patients with type—2 diabetes. *Diabetes Metab Syndr*. 2017;11:1-5.
8. Lee MC. Validity of the 6-minute walk test and step test for evaluation of cardio respiratory fitness in patients with type 2 diabetes mellitus. *J Exerc Nutrition Biochem*. 2018;22:49-55.
9. Kuziemski K, Słomiński W, Jassem E. Impact of diabetes mellitus on functional exercise capacity and pulmonary functions in patients with diabetes and healthy persons. *BMC Endocr Disord*. 2019;19:2.
10. Uçok K, Yalcinkaya H, Acay A, Coban N, Aslanalp S, Akkan G, et al. Do patients with newly diagnosed type 2 diabetes have impaired physical fitness, and energy expenditures. *Neth J Med*. 2015;73:276-83.
11. Fagour C, Gonzalez C, Pezzino S, Florenty S, Rosette-Narece M, Gin H, et al. Low physical activity in patients with type 2 diabetes: the role of obesity. *Diabetes Metab*. 2013;39:85-7.
12. Rana BS, Pun M. Estimation of Physiological Cost Index as an Energy Expenditure Index using MacGregor's Equation. *JNMA J Nepal Med Assoc*. 2015;53:174-9.
13. MacGregor J. The evaluation of patient performance using longterm ambulatory monitoring technique in the domiciliary environment. *Physiotherapy*. 1981;67:30-3.
14. Delussu AS, Morone G, Iosa M, Bragioni M, Paolucci S, Traballoni M et al. Concurrent validity of Physiological Cost Index in walking over ground and during robotic training in subacute stroke patients. *Biomed Res Int*. 2014;2014:384896
15. Chin T, Sawamura S, Fujita H, Nakajima S, Ojima I, Oyabu H, et al. The efficacy of physiological cost index (PCI) measurement of a subject walking with an Intelligent Prosthesis. *Prosthet Orthot Int*. 1999;23:45-9.
16. Sharma H, Sarkar A. Correlation between six minute walk test and physiological cost index in healthy Indian females. *Int J Sci Res*. 2016;5:1386-91.

17. Association AD. 2. Classification and diagnosis of diabetes: standards of medical care in diabetes. *Diabetes care*. 2018;41:13-27.
18. Lee CMY, Woodward M, Pandeya N, Adams R, Barrett-Connor E, Boyko EJ, et al. Comparison of relationships between four common anthropometric measures and incident diabetes. *Diabetes Res Clin Pract*. 2017;132:36-44.
19. Amato MC, Giordano C, Galia M, Criscimanna A, Vitabile S, Midiri M, et al. Visceral Adiposity Index: a reliable indicator of visceral fat function associated with cardiometabolic risk. *Diabetes care*. 2010;33:920-2.
20. Singh SJ, Puhon MA, Andrianopoulos V, Hernandes NA, Mitchell KE, Hill CJ, et al. An official systematic review of the European Respiratory Society/American Thoracic Society: measurement properties of field walking tests in chronic respiratory disease. *Eur Respir J*. 2014;44:1447-78.
21. Enright PL, Sherrill DL. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998;158:1384-7.
22. Golpe R, Pérez-de-Llano LA, Méndez-Marote L, Veres-Racamonde A et al. Prognostic value of walk distance, work, oxygen saturation, and dyspnea during 6-minute walk test in COPD patients. *Respir care*. 2013;58:1329-34.
23. Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Six minute walking distance in healthy elderly subjects. *Eur Respir J*. 1999;14:270-4.
24. Dawes HN, Barker KL, Cockburn J, Roach N, Scott O, Wade D et al. Borg's rating of perceived exertion scales: do the verbal anchors mean the same for different clinical groups? *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86:912-6.
25. Graham RC, Smith NM, White CM. The reliability and validity of the physiological cost index in healthy subjects while walking on 2 different tracks. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86:2041-6.
26. Ainsworth BE, Haskell WL, Leon AS, Jacobs JD, Montoye HJ, Sallis JF, et al. Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. *Med Sci Sports Exerc*. 1993;25:71-80.
27. Latiri I, Elbey R, Hcini K, Zaoui A, Charfeddine B, Maarouf MR, et al. Six-minute walk test in non-insulin-dependent diabetes mellitus patients living in Northwest Africa. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2012;5:227.
28. Reusch JE, Bridenstine M, Regensteiner JG. Type 2 diabetes mellitus and exercise impairment. *Rev Endocr Metab Disord*. 2013;14:77-86.
29. Carter R, Holiday DB, Nwasuruba C, Stocks J, Grothues C, Tiep B et al. 6-minute walk work for assessment of functional capacity in patients with COPD. *Chest*. 2003;123:1408-15.
30. Iwama AM, Andrade GNd, Shima P, Tanni SE, Godoy Id, Dourado VZ et al. The six-minute walk test and body weight-walk distance product in healthy Brazilian subjects. *Braz J Med Biol Res*. 2009;42:1080-5.
31. Adeniyi A, Uloko A, Sani-Suleiman I. Relationship Between the 6-minute Walk Test and Correlates of Type 2 Diabetes: Indication for caution in exercise prescription. *African J Physio and Rehabili Sci*. 2010;2:21-4.
32. Keytel L, Goedecke J, Noakes T, Hiiloskorpi H, Laukkanen R, van der Merwe L, et al. Prediction of energy expenditure from heart rate monitoring during submaximal exercise. *J Sports Sci*. 2005;23:289-97.
33. Rose J, Gamble JG, Lee J, Lee R, Haskell WL et al. The energy expenditure index: a method to quantitate and compare walking energy expenditure for children and adolescents. *J Pediatr Orthop*. 1991;11:571-8.
34. Westerterp KR. Physical activity and physical activity induced energy expenditure in humans: measurement, determinants, and effects. *Front Physiol*. 2013;4:90.
35. Mehta JN, Gupta AV, Raval NG, Raval N, Hasnani N et al. Physiological cost index of different body mass index and age of an individual. *Natl J Physiol Pharm Pharmacol*. 2017;7:1313-7.