

Sedanter, sağlıklı, genç erkek bireylerde akut tüm vücut titreşim egzersizinin serum irisin seviyelerine etkileri

The effects of acute whole-body vibration exercise on serum irisin levels in sedentary, healthy, young males

Mukaddes Mergen Dalyanoğlu, Emine Kılıç Toprak, Fatma Ünver, Yasin Özdemir, Ebru Tekin, Z. Melek Bor Küçükataçay

Gönderilme tarihi:12.04.2022

Kabul tarihi:25.04.2022

Öz

Amaç: Tüm vücut titreşim egzersizi, titreşimli bir platform üzerinde statik ve dinamik egzersizlerin yapılabildiği, performansı arttırmak için kullanılan egzersiz modelidir. İrisinin, egzersiz etkisiyle salınan, beyaz yağ dokunun kahverengi yağ dokuya dönüşümünü sağlayarak enerji harcanmasını arttıran bir miyokin olduğu bildirilmiştir. Önceki çalışmalarda, farklı egzersiz türlerinin serum irisin seviyelerinde yaptığı etkiler araştırılmış olmakla birlikte, sedanter, sağlıklı, genç erkek bireylerde tüm vücut titreşim egzersizinin serum irisin seviyeleri üzerine etkisi bilinmemektedir. Bu çalışmada, tek seans uygulanan tüm vücut titreşim egzersizi protokolünü takiben olası serum irisin konsantrasyonu değişikliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve yöntem: Çalışmamıza 12 sağlıklı, sedanter erkek birey dahil edilmiştir (ort yaş 21±2,67, beden kitle indeksi 25,37±2,01 kg/m²). Egzersiz programı, titreşimli bir platform (Power Plate) üzerinde yapılan 9 tane egzersizden oluşmaktadır. Bireylerden egzersiz öncesi ve hemen sonrası alınan venöz kan örneklerinde, ELISA yöntemi ile serum irisin konsantrasyonu ölçülmüştür. İstatistiksel analiz için Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi kullanılmış, p<0,05 değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Bulgular: Tüm vücut titreşim egzersizinin serum irisin seviyeleri üzerine etkileri incelendiğinde; egzersizden sonra istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artış bulunmuştur (egzersiz öncesi 14,31±1,48 pg/mL ve egzersiz sonrası 15,36±1,08 pg/mL; p=0,05). Nabız ve hematokritin tüm vücut titreşim egzersizine cevaben istatistiksel olarak önemli düzeyde arttığı (sırasıyla p=0,011 ve p=0,036), kan glikozunun ise azaldığı gözlenmiştir (p=0,005).

Sonuç: Sedanter, sağlıklı, genç erkek bireylerde tek seans tüm vücut titreşim egzersizi programı sonrası serum irisin seviyelerinin akut olarak artması, irisinin enerji harcanmasında olumlu katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Tüm vücut titreşim egzersizi, irisin, FNDC5.

Mergen Dalyanoğlu M, Kılıç Toprak E, Ünver F, Özdemir Y, Tekin E, Bor Küçükataçay ZM. Sedanter, sağlıklı, genç erkek bireylerde akut tüm vücut titreşim egzersizinin serum irisin seviyelerine etkileri. Pam Tıp Derg 2022;15:521-529.

Abstract

Purpose: Whole-body vibration exercise is an exercise model used to increase performance, in which static and dynamic exercises can be performed on a vibrating platform. It has been reported that irisin is a myokine that is released by the effect of exercise and increases energy expenditure by transforming white adipose tissue into brown adipose tissue. Although the effects of different exercise types on serum irisin levels have been investigated in previous studies, the effects of whole-body vibration exercise on serum irisin levels in sedentary healthy young male individuals is still unknown. In this study, it was aimed to investigate possible serum irisin concentration changes following a single bout of whole-body vibration exercise protocol.

Materials and methods: Our study included 12 healthy sedentary male individuals (mean age 21±2.67, mean body mass index 25.37±2.01 kg/m²). The exercise training program consists of 9 exercises performed on a vibrating platform (Power Plate). Serum irisin concentration in venous blood samples was measured by ELISA method obtained from individuals before and immediately after exercise. Wilcoxon signed rank test was used for statistical analysis, and p<0.05 values were considered statistically significant.

Results: When the effects of whole-body vibration exercise on serum irisin levels were examined; statistically significant increase was found after exercise (before exercise 14.31±1.48 pg/mL and after exercise 15.36±1.08

Mukaddes Mergen Dalyanoğlu, Dr. Öğr. Üye. Pamukkale Üniversitesi Denizli Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Denizli, Türkiye, e-posta: mmergendalyanolu@hotmail.com (https://orcid.org/0000-0002-5862-7792) (Sorumlu Yazar)

Emine Kılıç Toprak, Doç. Dr. Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fizyoloji Ana Bilim Dalı, Denizli, Türkiye, e-posta: ektoprak@yahoo.com (https://orcid.org/0000-0002-8795-0185)

Fatma Ünver, Prof. Dr. Pamukkale Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu, Denizli, Türkiye, e-posta: funver@pau.edu.tr (https://orcid.org/0000-0002-3100-0818)

Yasin Özdemir, Dr. Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Denizli, Türkiye, e-posta: dryasin.yo@gmail.com (https://orcid.org/0000-0002-7562-0744)

Ebru Tekin, Öğr. Gör. Balıkesir Üniversitesi Bigadiç Meslek Yüksekokulu, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü, Balıkesir, Türkiye, e-posta: ebrutekin123@gmail.com (https://orcid.org/0000-0002-6984-1110)

Z. Melek Bor Küçükataçay, Prof. Dr. Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Denizli, Türkiye, e-posta: mbor@pau.edu.tr (https://orcid.org/0000-0002-9336-0205)

pg/mL respectively; $p=0.05$). Heart rate and hematocrit increased significantly ($p=0.011$ and $p=0.036$, respectively) in response to whole-body vibration exercise, while blood glucose decreased ($p=0.005$).

Conclusion: The acute increase in serum irisin levels after a single bout of whole-body vibration exercise program in sedentary healthy young male individuals shows that irisin may contribute to energy expenditure positively.

Key words: Whole-body vibration exercise, irisin, FNDC5.

Mergen Dalyanoğlu M, Kılıç Toprak E, Ünver F, Özdemir Y, Tekin E, Bor Küçükataç ZM. The effects of acute whole-body vibration exercise on serum irisin levels in sedentary, healthy, young males. Pam Med J 2022;15:521-529.

Giriş

Son zamanlarda kas dokusu fizyolojik ve metabolik yolları düzenleyen, miyokin olarak adlandırılan çeşitli sitokinlerin salgılandığı bir endokrin organ olarak tanımlanmıştır [1]. Miyokinlerin keşfiyle kas dokusu ayrıca bilgi ileten ve metabolizmayı değiştirmek için yağ, karaciğer ve pankreas da dahil olmak üzere diğer dokularla etkileşime giren bir hormon kaynağı olarak da işlev görmektedir [2].

İrisinin, 112 amino asitten oluşan, glikoprotein yapıda, otokrin, parakrin ve endokrin etkili bir hormon olduğu ve yapısının insan ve farelerde %100 benzer olduğu bildirilmiştir. Fibronektin tip III domain 5 olarak adlandırılan FNDC5 membran proteininin proteolitik ürününe irisin adı verilmiştir. FNDC5 ayrıca, fibronektin tip III tekrarlarını içeren protein 2 (FRCP2) ve Pep olarak da adlandırılmaktadır [3]. İrisin reseptörünün araştırıldığı bir çalışmada irisinin, integrinlerin αV sınıfının proteinlerine bağlandığı gösterilmiş ve irisin ile $\alpha V/\beta 5$ integrin arasında etkileşimli yüzeyler tanımlanmıştır [4].

İrisin, Boström ve ark. [5] tarafından, egzersiz sırasında iskelet kasından, peroksisom proliferatör reseptör gama koaktivatör-1 α 'nın (PGC-1 α) ekspresyonuna yanıt olarak salgılanan, dolaşıma salındığında termojenik bir faktör olan uncoupling protein-1'in (UCP-1) ekspresyonuna yol açarak [5, 6] beyaz yağ dokunun kahverengi yağ dokusuna dönüşmesine neden olan termojenik bir miyokin olarak tanımlanmıştır. Kahverengi yağ dokusu, depolanan enerjiyi ısı üretmek amacıyla katabolize ettiği için; irisinin, enerji harcanmasını sağlayan sinyal hormonu olarak hareket ettiği öne sürülmüştür [5]. İrisindeki artış, oksijen tüketimini artırır, glikoz toleransını [6] ve insülin duyarlılığını geliştirir ve kilo kaybını kolaylaştırır [7]. İrisinin termojenik kapasitesi, obezite ve tip 2 diyabet gibi metabolik hastalıkların tedavisi için kullanılabilir [8].

Tüm vücut titreşim egzersizi (TVTE), sinüzoidal salınımlarla hareket eden titreşimli bir pilatform üzerinde statik ve dinamik egzersizlerin yapılabildiği [9], düşük genlik ve frekanslı mekanik uyarım kullanan orta yoğunlukta bir egzersiz modelidir [8]. TVTE, sporcularda, sedanter bireylerde ve obezlerde kan glikoz ve yağ seviyelerini iyileştirerek kardiyovasküler sistem ve solunum fonksiyonlarını ayrıca kas kuvvetini, kemik mineral yoğunluğunu, dengeyi ve koordinasyonu arttırmak için geçerli bir egzersiz protokolü olarak kabul edilmektedir [10, 11]. Osteoporoz, sarkopeni ve metabolik sendromun tedavisindeki terapötik etkilerinden [8] dolayı çalışmamızda tüm vücut titreşim egzersizi protokolü uygulanmıştır.

Egzersize yanıt olarak irisin seviyelerinin akut olarak [2, 7, 12-14] ve kronik egzersizden 1 gün sonra toparlanma döneminde arttığı [15-18] bildirilmiştir. Egzersiz sonrası FNDC5 seviyelerinde de artışın gözlemlendiği çalışmalar mevcuttur [2, 19]. Öte yandan, kronik egzersize yanıt olarak irisin ve FNDC5 düzeylerinin azaldığı gösterilmiştir [2, 13, 20, 21]. Egzersizin irisin ve FNDC5 seviyelerini etkilemediğini bildiren çalışmalar da vardır [7, 13, 22, 23]. Veriler arasındaki uyumsuzluklar, deneklerin yaşı, cinsiyeti, sedanter veya sporcu olmaları, yapılan egzersizlerin akut veya kronik olması, uygulanan egzersizin tipi, şiddeti ve süresi arasındaki farklılıklardan kaynaklanıyor olabilir.

Tüm vücut titreşim egzersizinin irisin seviyeleri üzerine etkisini inceleyen çalışma oldukça azdır. Bu çalışmalarda da sedanter, sağlıklı, genç kadınlarda akut tüm vücut titreşim egzersizi sonrası artan irisin seviyeleri gözlemlenmiştir [8]. Hastanede yatan, yaşlı, stabil KOAH hastalarının tüm vücut titreşim egzersizi ile yapılan rehabilitasyon çalışmaları sonucunda irisin seviyelerinin arttığı bildirilmiştir [9]. Yaşlı, dişi sıçanlarda inme sonrası yapılan tüm vücut titreşim egzersizi sonucunda irisin seviyelerinde artış gözlemlenmiştir [24].

Günümüze kadar yapılan literatür taraması sonucunda erkek bireylerde tek seans tüm vücut titreşim egzersizinin serum irisin seviyeleri üzerindeki akut etkilerini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Mevcut araştırma kapsamında sedanter, sağlıklı, genç erkek bireylere uygulanan tek seans tüm vücut titreşim egzersizinin serum irisin seviyesi, kan glikozu, hematokrit, nabız, kan basıncı üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve yöntem

Çalışma protokolü, 1975 Helsinki Bildirgesi'nin etik kurallarına uygundur. Deneysel işlemlerin onayı, Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından sağlanmıştır. Çalışma protokolünün potansiyel riskleri ve faydaları hakkında ayrıntılı yazılı ve sözlü açıklama yapıldıktan sonra deneklerin her birinden yazılı bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

Denekler

Çalışmaya sistemik hastalığı olmayan, düzenli ilaç kullanmayan, çalışmamızdan en az 6 ay öncesinde herhangi bir vücut direnç antrenmanına katılmamış olan sedanter, 18-27 yaş aralığında, boy ortalamaları $174,25 \pm 5,5$ cm ve vücut ağırlığı ortalamaları $79,21 \pm 14,87$ kg olan, Pamukkale Üniversitesi Denizli Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu'na devam eden 12 tane gönüllü, sağlıklı erkek öğrenci alınmıştır. Deneklerden çalışma süresince sigara ve alkol kullanmamaları istenmiştir. Deneklerin egzersiz öncesi bazal değerleri kontrol olarak kullanılmıştır. Ayrıca bir kontrol grubu oluşturulmamıştır.

Egzersiz protokolü

Egzersiz eğitim programı, 35 Hz frekansında titreşimli Power Plate pilatformu üzerinde sırasıyla; *push up*, *squat*, *sağ plank*, *sumo squat*, *sol plank*, *sağ lunge*, *triceps dip*, *sol lunge*, *shoulder press* olmak üzere 9 tane egzersizden oluşmaktadır (Power Plate pilatformu). Egzersizler tüm deneklere aynı hafta içinde Pamukkale Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Performans Laboratuvarı'nda uygulanmıştır. Denekler, egzersiz öncesi 5 dk koşu ile serbest ısınma yapmışlardır. Egzersizlerin her biri 60 sn olarak uygulanmış, egzersiz süresince metronom ile 2 sn konsantrik 2 sn eksantrik faz tamamlanarak, 15 tekrar yaptırılmıştır.

Egzersizler arasında 30 sn dinlenme verilmiş ve toplamda yaklaşık 13 dk olan tek seans uygulanmıştır.

Vücut kompozisyonunun değerlendirilmesi

Boy uzunluğu stadiometre ile ölçülmüştür. Vücut kompozisyon analizatörü (TANITA Corporation of America, BC-480MA) kullanılarak bireylerin BMH (kcal), vücut ağırlığı (kg), beden kitle indeksi (kg/m^2), vücut yağ kütlesi (kg), vücut yağ yüzdesi (%), kas kütlesi (kg), kemik kütlesi (kg), toplam vücut sıvı miktarı (kg) ölçümleri yapılmıştır. Bel ve kalça çevresi aynı kişi tarafından ölçülmüştür. Ölçüm yapmadan önce ayakların bulunduğu çelik skala nemli bir bezle silinerek iletkenliği artırılmıştır [25].

Nabız ölçümü

Ölçüm öncesinde denek oturur pozisyonda 15 dk kadar dinlendirilmiştir. Ölçümü yapacak olan kişinin sağ elinin işaret, orta ve yüzük parmakları deneğin sol el bileğinin başparmağına yakın tarafındaki radial arter üzerine hafif baskı yaparak yerleştirilmiş ve dakikadaki kalp atış sayısı kaydedilmiştir.

Kan basıncı ölçümü

Denek oturur pozisyonda kol kalp hizasında oskültasyon yöntemi ile brakial arterden manuel olarak ölçülmüştür. Ölçümden en az 30 dakika öncesine kadar denekler çay ve kahve içmemiş ve ölçüm öncesi 15 dakika dinlenmişlerdir. Manşon antekubital fossanın 2-3 cm kadar üstüne bağlanmış stetoskobun diyaframı a. brachialis üzerine yerleştirilmiştir. Hava verilmiş ve sonrasında saniyede 1-3 mmHg düşürülerek basınç sesleri dinlenmeye başlanmıştır. İlk ses duyulduğu andaki basınç sistolik basınç olarak, seslerin kaybolduğu andaki basınç diastolik basınç olarak kaydedilmiştir.

Venöz kan örneklerinin toplanması

Deneklerden tüm vücut titreşim egzersiz protokolü öncesi ve hemen sonrası yaklaşık 10 mL venöz kan alınmış hızlıca Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji ABD. Laboratuvarı'na gönderilmiştir. İrisin ölçümleri için alınan kan örnekleri 1000 g'de 15 dakika $+4^{\circ}\text{C}$ 'de santrifüj edildikten sonra elde edilen serum örnekleri analiz edilene kadar -80°C 'de saklanmıştır.

Hematokrit ölçümü

Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji ABD. Laboratuvarı'nda mikrohematokrit tüpüne alınan kan örnekleri 3260 rpm'de 5 dakika santrifüj işlemine tabi tutularak yapılmıştır.

Kan glikozu ölçümleri

Kan glikozu, egzersiz salonunda, egzersiz öncesi ve sonrası parmak ucundan lanset yardımıyla alınan kandan cihaz (On-Call Advanced) yardımıyla ölçülmüştür.

Serum İrisin düzeylerinin ELISA yöntemi ile ölçümü

İrisin seviyeleri, Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji ABD. Laboratuvarı'nda insan iris ELISA kiti (Elabscience, ABD, algılama aralığı 15,63-1000pg/mL ve duyarlılığı 9,38pg/mL) kullanarak ölçülmüştür. Bu kit, sandviç ELISA prensibi ile çalışır. Bu kitle sağlanan mikro ELISA plakası, insan irisine özgü bir monoklonal antikorla önceden kaplanmıştır. Örnekler ve standartlar mikro ELISA plaka kuyularına eklenmiş ve örneklerde iris mevcutsa bu spesifik antikora bağlanmıştır. Bağlanmamış herhangi bir maddeyi yıkayarak uzaklaştırdıktan sonra, kuyulara insan irisine özgü biyotinlenmiş poliklonal saptama antikorunu ilave edilmiş ve inkübe edilmiştir. Herhangi bir bağlanmamış antikor-biyotin reaktifini çıkarmak için yıkamanın ardından, kuyulara Avidin-Horseradish Peroxidase (HRP) konjugatı ilave edilmiş ve tekrar inkübe edilmiştir. Serbest bileşenler yani bağlanmayanlar yıkayarak uzaklaştırılmış ardından kuyulara substrat solüsyonu ilave edilmiştir. İlk aşamada bağlanan iris miktarıyla orantılı olarak yalnızca insan irisini, biyotinlenmiş saptama antikorunu ve Avidin-HRP konjugatı içeren kuyucukların rengi mavi görünmüştür. Enzim-substrat reaksiyonu, durdurma solüsyonunun eklenmesiyle sonlandırılmış ve renk sarıya dönmüştür.

Optik yoğunluk (OY), 450 nm dalga boyunda, spektrofotometrik olarak (Thermo Fisher Scientific, ABD) ölçülmüştür. OY değeri, insan iris konsantrasyonu ile orantılıdır. Örneklerin OY'si standart eğriyle karşılaştırılarak örneklerdeki iris konsantrasyonu hesaplanmıştır.

İstatistiksel analiz

İlişkili gruplar arasındaki farkın büyük bir etki büyüklüğüne ($dz=0,9$) sahip olacağı göz önüne alındığında, çalışmadan önce bir güç analizi yapılmıştır. Buna göre çalışmaya 10 denek dahil edildiğinde %95 güven düzeyi ile %80 güç elde edileceği hesaplanmıştır. Bu çalışmaya 12 denek dahil edilmiştir. Sonuçları için %95 güvenle ($dz=0,79$) %79 güce ulaşılmıştır. Veriler SPSS 24.0 paket programıyla analiz edilmiştir. Sürekli değişkenler ortalama \pm standart sapma ($Ort \pm SS$) ve kategorik değişkenler sayı ve yüzde olarak verilmiştir. $P \leq 0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Bağımlı grup karşılaştırmalarında, parametrik test varsayımları sağlanmadığından dolayı Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi kullanılmıştır.

Bulgular

Çalışmamıza katılan ortalama yaşları $21 \pm 2,67$ olan 12 sağlıklı, sedanter erkek öğrencinin beden kitle indeksi $25,37 \pm 2,01$ kg/m² olarak ölçülmüş ve tüm vücut kompozisyonlarının değerleri Tablo 1'de sunulmuştur. Egzersiz sonrası sistolik ve diyastolik kan basıncı değerlerinde anlamlı değişim gözlenmemekle birlikte nabız ve hematokrit değerlerinin egzersiz öncesine göre önemli düzeyde arttığı (sırasıyla $p=0,011$ ve $p=0,036$) gözlenmiştir. İlaveten serum iris seviyelerinde de egzersizden sonra anlamlı artış bulunmuştur (egzersiz öncesi $14,31 \pm 1,48$ pg/mL ve egzersiz sonrası $15,36 \pm 1,08$ pg/mL; $p=0,05$). Tersine kan glikozu egzersiz sonrası anlamlı olarak azalmıştır ($p=0,005$) (Tablo 2).

Tablo 1. Vücut kompozisyonu

	Ort ±SS	Medyan	Min-Max
Yaş	21±2,67	21	18-27
Vücut ağırlığı (kg)	77,9±7,06	76,1	70,3-90,8
Boy (cm)	174,25±5,5	174,5	163-183
Bel çevresi (cm)	84,88±7,62	84	73-97
Kalça çevresi (cm)	98,88±6,49	99	87-108
BKI (kg/m ²)	25,37±2,01	24,6	23,2-28,6
Yağ yüzdesi (%)	17,73±4,25	20,2	12,2-22,6
Yağ kütlesi (kg)	13,8±4,09	14,9	9,3-18,4
Sıvı kütlesi (kg)	46,29±3,58	44,7	42,9-53,1
Kas kütlesi (kg)	60,41±4,62	58,4	56-69,2
Kemik kütlesi (kg)	2,81±0,25	2,7	2,6-3,3
BMH (kcal)	1888,14±149,18	1830	1752-2176

Ort±SS: Ortalama±Standart Sapma, Min-Max: Minimum-Maksimum
 BKI: Beden Kitle İndeksi BMH (kcal): Bazal Metabolizma Hızı (kilokalori)
 kg: kilogram, cm: santimetre, %: yüzde

Tablo 2. Deneklerin nabız, kan basıncı, kan glikozu, hematokrit, irisin değerleri

	Egzersiz öncesi		Egzersiz sonrası		
	Ort±SS	Medyan Min-Max	Ort±SS	Medyan Min-Max	
İrisin (pg/mL)	14,31±1,48	14,79 10,39-15,59	15,36±1,08	15,56 12,95-16,75	p=0,05* z=-1,961
Hematokrit (%)	47,5±2,64	48 43-51	52±4,29	52 44-58	p=0,036* z= -2,100 ^b
Nabız (atım/dk)	76,78±13,07	72 61-98	94,11±21,79	85 64-132	p=0,011* z= -2,552 ^b
Kan glikozu (mmol/L)	96,9±15,66	97,5 72-114	72±7,41	71 58-82	p=0,005* z=-2,805 ^c
Sistolik kan basıncı	119,7±13,32	120 100-138	117,5±8,58	120 100-130	p=0,553 z= -0,593 ^c
Diyastolik kan basıncı	75,7±7,6	75 65-88	77,1±4,18	80 70-80	p=0,726 z= -0,351 ^b

Ort±SS: Ortalama±Standart Sapma, Min-Max: Minimum-Maksimum
 *: egzersiz öncesine göre p≤0,05 anlamlı fark

Tartışma

Sedanter, sağlıklı, genç erkeklerdeki tek seans tüm vücut titreşim egzersizinin serum irisin seviyelerine etkisinin araştırıldığı çalışmamızda 12 bireye, 9 farklı hareketten oluşan egzersiz programı sonrasında serum irisin seviyelerinin akut olarak arttığı gözlenmiştir. Ayrıca kan basıncı değerlerinde anlamlı değişimler olmazken; hematokrit ve nabız istatistiksel olarak önemli düzeyde artmış, öte yandan kan glikozu egzersiz sonrası önemli düzeyde azalmıştır. Egzersiz sırasında, sıvının damarları terk ederek dokular arasına çıkması

sonucu görülen kan volümündeki azalmanın hemokonsantrasyona dolayısıyla hematokrit artışına neden olması [26] bulgularımızdaki hematokrit artışını açıklamaktadır.

İrisinin glikoz homeostazının ana mekanizmalarının çoğuna ayrıntılı katkısı henüz açıklığa kavuşturulmasa da günümüze kadar yapılan çalışmalar, kas, karaciğer ve yağ dokusundaki işlevleri aracılığıyla irisinin normoglisemiye katkısı [27] çalışmamızda egzersiz sonrası kan glikozunun azalmasını açıklayabilir.

İrisin bulgularımız, çoğu literatür bilgisi ile benzerlik göstermiştir. Tsuchiya ve ark'nın [7, 14] yaptığı çalışmalarda; sedanter, sağlıklı, genç erkeklerde yüksek şiddetteki koşu egzersizinden 6 ve 19 saat sonra serum irisin seviyeleri ve tek seans direnç egzersizinden 1 saat sonra plazma irisin seviyeleri akut olarak artmıştır. Açık havada (n=16) ve kapalı mekânda (n=16) tek seans aerobik egzersiz yapan otuz iki sağlıklı erkekte serum irisin konsantrasyonlarında akut artış gözlenmiştir [13]. Ayrıca metabolik sendromu olan ve olmayan sedanter erkek bireylerin arasında farklılık görülmezsizin dolaşımdaki irisinin, yüksek yoğunluklu aralıklı egzersiz, sürekli orta yoğunluklu egzersiz ve direnç egzersizinden hemen sonra akut olarak arttığı ve en fazla irisin artışının, direnç egzersizi sonrası gözlendiği bildirilmiştir [15]. İrisin ile laktat ölçümü yapılan çalışmalarda, egzersize bağlı kan laktat artışının, direnç egzersizi sonrası diğer egzersizlerden önemli ölçüde daha fazla olması, iskelet kasına yönelik daha büyük bir metabolik stresin, irisin salgılanması için etkili bir uyarıcı olabileceğini düşündürmüştür [7, 17]. Sedanter, sağlıklı, genç kadınlarda yapılan çalışmalarda da egzersiz sonucu serum irisin seviyelerinin arttığı gözlenmiştir. Torre Saldaña ve ark.'nın [15] 38 katılımcı ile yaptığı bir çalışmada, 2 hafta boyunca haftada 5 gün, eğitmen eşliğinde, 21 dakika süren hafiften orta ve yoğun şiddete doğru koşu bandında yapılan aerobik egzersizden 1 gün sonra serum irisin seviyelerinin arttığı hatta egzersiz şiddeti arttıkça irisin seviyelerinin daha çok yükseldiği gözlenmiştir. Ayrıca bizim çalışmamıza benzer şekilde akut tüm vücut titreşim egzersizi sonrası sedanter, sağlıklı, genç kadınlarda serum irisin seviyelerinde anlamlı artış bulunmuştur [8]. Sonuçlarımız tüm vücut titreşim egzersizini takiben serum irisin seviyelerinde artış olduğunu gösteren çalışmaların bulgularını desteklemektedir. Sedanter bireylerde egzersiz sonucu irisin seviyesinin artmasının, egzersiz ile kaslardaki ATP konsantrasyonunun güçlü bir şekilde azalmasından dolayı olabileceği düşünülmüştür [2]. İrisinin, nükleusu uyararak UCP-1 ekspresyonunu artırmasıyla elektron transport sisteminde ATP üretimini azaltarak ve ısı üretimini artırarak etki gösterdiği bildirilmiştir [3]. İrisin konsantrasyonundaki artışın, çok kısa yoğun egzersiz sırasında oksijen eksikliği ve glikolitik hız tarafından uyarıldığı da varsayılabilir [17]. Buna paralel olarak farelere

FNDC 5 eksprese eden adenoviral partiküllerin intravenöz uygulanması sonucu artan UCP-1 mRNA ve dinlenme oksijen tüketimi, egzersizden sonra yükselen irisin konsantrasyonunun dinlenme enerji harcamasını arttırdığını düşündürmüştür [5].

Aktif bireyler ile yapılan çalışmalarda ise, orta ve yüksek düzeyde aktif olan sağlıklı erkek ve kadınlarda maksimum ve orta yoğunluktaki egzersiz sonrası serum irisin seviyeleri akut olarak artarken en fazla irisin artışı maksimum iş yükünden sonra gözlenmiştir [12]. Genç, sağlıklı erkek atletlerde (n=15) dolaşımdaki irisin ve FNDC5 seviyesi, 8 hafta süren haftada 3 gün, aralıklı, 80 m sprint koşu programı tamamlandıktan 30 dakika sonra önemli ölçüde artmıştır [2]. Eaton ve ark'nın [19] çalışmasında da orta derecede aktif, genç, sağlıklı 9 erkek sporcuda günde iki kez 20 gün boyunca yüksek yoğunluklu aralıklı egzersiz (HIIT) programı bitince incelenen iskelet kası (vastus lateralis) örneklerinin FNDC5 mRNA ekspresyonunda; egzersizden hemen sonra ve 3 saatlik toparlanmada artış olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar bu durumun egzersize bağlı kas hasarından kaynaklanabileceğini düşünmüşlerdir. Ama daha ileri çalışmalar ile araştırılması önerilmiştir [2].

Bazı veriler, genç insanlarda aerobik egzersiz sonucu FNDC5 gen aktivasyonunu doğrulamamıştır [21]. Sedanter, genç erkeklerde tek seans dayanıklılık egzersizinden sonra plazma irisin seviyelerinin değişmediği bildirilmiştir [7]. Bu sonuçların intramüsküler ATP seviyelerinin değişmemesinden dolayı olabileceği düşünülmüştür [2].

Bazı çalışmalarda da egzersiz sonrası serum irisin seviyelerinin azaldığı dikkat çekmektedir. Sağlıklı, genç, yirmi erkek sporcunun katıldığı; 10 bireyin haftada 5 gün, günde bir kez, 10 bireyin ise antrenmanlar arasında 1 saat dinlenme olan, günde iki kez, iki günde bir olmak üzere toplamda 4 hafta süren sprint egzersizinden 2 gün sonra her iki grupta da serum irisin konsantrasyonunun önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir [28]. İrisin değerindeki azalmaya, irisin reseptörünün artan duyarlılığı neden olabilir diye düşünülmüş ve böylece egzersizin neden olduğu fizyolojik adaptasyon, beraberinde artmış adenosin trifosfat (ATP) üretimi nedeniyle enerjinin dağılmasında rol

oynayan UCP-1'in azalmasına neden olabilir [28]. Ancak yine de egzersizin irisin duyarlılığı üzerindeki etkisinin açıklanması için daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır. İrisin üretiminin iskelet miyositleri, adipositler, kardiyomiyositler ve serebellumun purkinje hücreleri gibi birden fazla kaynak tarafından sağlandığını ve irisinin diğer sitokinler ve hormonlarla (örneğin, IL-6, BDNF, adiponektin) etkileşimde olduğu da ileri sürülmüştür [14]. Bu faktörler, egzersizden sonra irisin konsantrasyonundaki düşüşü kısmen açıklayabilir.

Kronik egzersiz sonrası irisin seviyelerinin arttığını bildiren çalışmalar da mevcuttur. Sekiz haftalık sürede Tabata protokolünü uygulayan HIIT antrenman grubunun (n=15) egzersiz bitiminden 1 gün sonra, kan irisin konsantrasyonunda anlamlı artış olduğu bildirilmiştir [17]. Askeri eğitim ortamındaki 39 sağlıklı erkeğin, 8 hafta süren egzersiz eğitiminin bitiminden sonraki gün irisin salgılanmasının arttığı gözlenmiştir [16]. Jedrychowski ve ark.'nın [18] çalışmasında sağlıklı erkek bireylerin katıldığı 12 hafta süren yüksek yoğunlukta aerobik egzersizin ertesi günü plazma irisin seviyelerinin arttığı bildirilmiştir .

Literatürdeki çelişkili sonuçlar yaş, cinsiyet gibi biyolojik farklılıklardan veya egzersiz türü ve yoğunluğundaki farklılıklardan [7, 8] veya efordan sonra kan örneklerinin alınma zamanı arasındaki farklılıklardan; kaynaklanıyor olabileceği gibi irisin salgısının mevsimsel değişimlerden etkilenbilmesi nedeniyle araştırmanın yapıldığı mevsimin de sonuçları etkileyebileceği bildirilmiştir [17].

Jedrychowski ve ark. [18] çalışmalarında irisini saptama yöntemlerinin farklılığından dolayı irisin seviyelerinin farklı ölçülebileceğini bildirmektedir. İrisini saptayamayan araştırmalara atfen; örnek hazırlanırken kullanılan enzimlerin veya proteomların veya metodların çok düşük düzeylerde bulunan irisinin kaybına sebep olarak irisinin ölçülememesi ile sonuçlanabileceğini bildirmişlerdir. Jandova ve ark. [29] kandan irisin ölçümünde kullanılan ticari ELISA kitlerindeki poliklonal antikorlarla (pAb'ler), insan ve hayvan serumlarındaki spesifik olmayan proteinlerin çapraz reaksiyona girerek hatalı ölçümler yapılabileceğini belirtmişlerdir. Bu yayında, egzersizin kan irisin seviyesine etkisi üzerine yapılan çalışmaların sonuçlarının değerlendirildiği meta-analize

göre; antrenmanın türü ne olursa olsun egzersiz etkisiyle irisin artışının istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu bildirilmiştir [29].

Sonuç olarak bulgularımız sedanter, sağlıklı, genç erkek bireylerde uygulanan tek seans tüm vücut titreşim egzersizinden hemen sonra serum irisin seviyelerinin akut olarak arttığını göstermektedir. Bu çalışmada kronik titreşim egzersizinin irisin seviyelerine etkisinin değerlendirilmemesi araştırmanın limitasyonlarından. Bu araştırma konu ile ilgili bir ön çalışma olarak sayılabilir. Gelecekte irisinin metabolizma üzerindeki fizyolojik etkilerini değerlendirmek için fiziksel aktif, sedanter, hatta engelli bireylerden oluşan farklı cinsiyet ve yaş gruplarını kapsayacak şekilde daha geniş örneklem boyutları ile çeşitli antrenman düzeyinde ve zamana bağlı değişimleri inceleyen hassas ölçümler ile daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Çıkar ilişkisi: Yazarlar çıkar ilişkisi olmadığını beyan eder.

Kaynaklar

1. Pedersen BK, Febbraio MA. Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. *Nat Rev Endocrinol* 2012;8:457-465. <https://doi:10.1038/nrendo.2012.49>
2. Huh JY, Panagiotou G, Mougios V, et al. FNDC5 and irisin in humans: I. Predictors of circulating concentrations in serum and plasma and II. mRNA expression and circulating concentrations in response to weight loss and exercise. *Metabolism* 2012;61:1725-1738. <https://doi:10.1016/j.metabol.2012.09.002>
3. İnci A ve Ünübol Aypak S. İrisin ve metabolik etkileri. *Türkiye Klinikleri J Endocrin* 2016;11:15-21. <https://doi:10.5336/endocrin.2016-49995>
4. Kim H, Wrann CD, Jedrychowski M, et al. Irisin mediates effects on bone and fat via α V integrin receptors. *Cell* 2018;175:1756-1768.e17. <https://doi:10.1016/j.cell.2018.10.025>
5. Boström P, Wu J, Jedrychowski MP, et al. A PGC1- α -dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. *Nature* 2012;481:463-468. <https://doi:10.1038/nature10777>
6. Zhang Y, Li R, Meng Y, et al. Irisin stimulates browning of white adipocytes through mitogen-activated protein kinase p38 MAP kinase and ERK MAP kinase signaling. *Diabetes* 2014;63:514-25. <https://doi:10.2337/db13-1106>
7. Tsuchiya Y, Ando D, Takamatsu K, Goto K. Resistance exercise induces a greater irisin response than endurance exercise. *Metabolism* 2015;64:1042-1050. <http://dx.doi.org/10.1016/j.metabol.2015.05.010>

8. Huh JY, Mougios V, Skraparlis A, Kabasakalis A, Mantzoros CS. Irisin in response to acute and chronic whole-body vibration exercise in humans. *Metabolism* 2014;63:918-921. <http://dx.doi.org/10.1016/j.metabol.2014.04.001>
9. Greulich T, Nell C, Koepke J, et al. Benefits of whole body vibration training in patients hospitalised for COPD exacerbations - a randomized clinical trial. *BMC Pulmonary Medicine* 2014;14:60. <http://doi:10.1186/1471-2466-14-60>
10. Huh JY, Siopi A, Mougios V, Park KH, Mantzoros CS. Irisin in response to exercise in humans with and without metabolic syndrome. *J Clin Endocrinol Metab* 2015;100:453-457. <https://doi:10.1210/jc.2014-2416>
11. Colaiani G, Cinti S, Colucci S, Grano M. Irisin and musculoskeletal health. *Ann N Y Acad Sci* 2017;1402:5-9. <https://doi:10.1111/nyas.13345>
12. Daskalopoulou SS, Cooke AB, Gomez YH, et al. Plasma irisin levels progressively increase in response to increasing exercise workloads in young, healthy, active subjects. *European Journal of Endocrinology* 2014;171:343-352. <http://dx.doi.org/10.1530/EJE-14-0204>
13. Özbay S, Ulupınar S, Şebin E, Altınkaynak K. Acute and chronic effects of aerobic exercise on serum irisin, adiponin, and cholesterol levels in the winter season: indoor training versus outdoor training. *Chin J Physiol* 2020;63:21-26. http://dx.doi.org/10.4103/CJP.CJP_84_19
14. Tsuchiya Y, Ando D, Goto K, Kiuchi M, Yamakita M, Koyama K. High-intensity exercise causes greater irisin response compared with low-intensity exercise under similar energy consumption. *Tohoku J Exp Med* 2014;233:135-140. <http://dx.doi.org/10.1620/tjem.233.135>
15. Torre Saldaña VA, Gómez Sámano MÁ, Gómez Pérez FJ, et al. Fasting insulin and alanine amino transferase, but not fgf21, were independent parameters related with irisin increment after intensive aerobic exercising. *Rev Invest Clin* 2019;71:133-140. <http://dx.doi.org/10.24875/RIC.18002764>
16. Jawzal KH, Alkass SY, Hassan AB, Abdulah DM. The effectiveness of military physical exercise on irisin concentrations and oxidative stress among male healthy volunteers. *Horm Mol Biol Clin Invest* 2020;41:20200007. <https://doi.org/10.1515/hmbci-2020-0007>
17. Murawska Ciałowicz E, Wolanski P, Zuwała Jagiello J, et al. Effect of HIIT with tabata protocol on serum irisin, physical performance, and body composition in men. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17:3589. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17103589>
18. Jedrychowski MP, Wrann CD, Paulo JA, et al. Detection and quantitation of circulating human irisin by tandem mass spectrometry. *Cell Metab* 2015;22:734-740. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cmet.2015.08.001>
19. Eaton M, Granata C, Barry J, Safdar A, Bishop D, Little JP. Impact of a single bout of high-intensity interval exercise and short-term interval training on interleukin-6, FNDC5, and METRN mRNA expression in human skeletal muscle. *J Sport Health Sci* 2018;7:191-196. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jshs.2017.01.003>
20. Park KH, Zaichenko L, Brinkoetter M, et al. Circulating irisin in relation to insulin resistance and the metabolic syndrome. *J Clin Endocrinol Metab* 2013;98:4899-4907. <http://dx.doi.org/10.1210/jc.2013-2373>
21. Timmons JA, Baar K, Davidsen PK, Atherton PJ. Is irisin a human exercise gene? *Nature* 2012;488:E9-11. <http://dx.doi.org/10.1038/nature11364>
22. Fernandez del Valle M, Short MJ, Chung E, et al. Effects of high-intensity resistance training on circulating levels of irisin in healthy adults: a randomized controlled trial. *Asian J Sports Med* 2018;9:e13025. <http://dx.doi.org/10.5812/asjms.13025>
23. Raschke S, Elsen M, Gassenhuber H, et al. Evidence against a beneficial effect of irisin in humans. *PLoS One* 2013;8:e73680. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0073680>
24. Huberman MA, d'Adesky ND, Niazi QB, Perez Pinzon MA, Bramlett HM, Raval AP. Irisin-associated neuroprotective and rehabilitative strategies for stroke. *NeuroMolecular Med* 2021. <http://dx.doi.org/10.1007/s12017-021-08666-y>
25. Nakanishi N, Nakamura K, Suzuki K, Matsuo Y, Tatara K. Associations of body mass index and percentage body fat by bioelectrical impedance analysis with cardiovascular risk factors in Japanese male office workers. *Ind Health* 2000;38:273-279. <https://doi.org/10.2486/indhealth.38.273>
26. Perakakis N, Triantafyllou GA, Fernández Real JM, et al. Physiology and role of irisin in glucose homeostasis. *Nat Rev Endocrinol* 2017;13:324-337. <http://dx.doi.org/10.1038/nrendo.2016.221>
27. Komka Z, Szilágyi B, Molnár D, et al. High-resolution dynamics of hemodilution after exercise-related hemoconcentration. *Int J Sports Physiol Perform* 2022;17:576-585. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0133>
28. Tsuchiya Y, Ijichi T, Goto K. Effect of sprint training on resting serum irisin concentration - Sprint training once daily vs. twice every other day. *Metabolism* 2016;65:492-495. <http://dx.doi.org/10.1016/j.metabol.2015.12.006>
29. Jandova T, Buendía Romero A, Polanska H, et al. Long-term effect of exercise on irisin blood levels-systematic review and meta-analysis. *Healthcare* 2021;9:1438. <https://doi.org/10.3390/healthcare9111438>

Teşekkür Çalışmamıza katılan deneklerimize teşekkür ederiz.

Etik kurul onayı: Deneysel işlemler için, Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 09/01/2019 tarih ve 60116787-020/1935 sayılı yazısı ile onay alınmıştır.

Yazarların makaleye olan katkıları

M.M.D. ve E.K.T. çalışmanın ana fikrini ve hipotezini kurgulamışlardır. M.M.D. ve E.K.T. teoriyi geliştirmiş, gereç ve yöntem bölümünü düzenlemişlerdir. Sonuçlar kısmındaki verilerin değerlendirmesini M.M.D. ve E.K.T. yapmışlardır. Makalenin tartışma bölümü M.M.D., E.K.T. tarafından yazılmış, F.Ü., Y.Ö., E.T., Z.M.B.K. gözden geçirip gerekli düzeltmeleri yapmış ve onaylamışlardır. Ayrıca tüm yazarlar çalışmanın tamamını tartışmış ve son halini onaylamıştır.