



Araştırma Makalesi

Künye: Pala,R. & Şengün,N. & Gür,L.S. (2020). Sporcularda domates suyu takviyesinin tsh, testosteron ve insülin düzeylerine etkilerinin incelenmesi, Atatürk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 22(4).

SPORCULARDA DOMATES SUYU TAKVİYESİNİN TSH, TESTOSTERON VE İNSÜLİN DÜZEYLERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Ragıp PALA¹, Nezihe ŞENGÜN², Leyla Sultan GÜR³

ÖZ

Aerobik egzersiz yaptırılan, domates suyu (DS) takviyesi verilen, yaş ortalaması 20.21 ± 2.08 yıl olan, BKİ ortalamaları 20.98 ± 2.61 olan, değişik branşlarda ortalama 2.50 ± 1.83 yıl spor yapan, sağlıklı 14 erkek sporcu oluşturularak, TSH, testosteron ve insülin düzeylerine etkileri incelendi. Veriler, 42 günlük egzersiz öncesi ve egzersizler sonrasında farklılıkları ortaya koymak için SPSS paket programı yardımı ile bağımlı gruplar arası ortalamaların karşılaştırılması için kullanılan testler ile analiz edildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile incelendi. Verilerden normal dağılım gösterenler Bağımlı T testi ile, normal dağılım göstermeyenler ise Wilcoxon testi ile analiz edildi. İstatistiksel anlamlılık $p < 0.05$ olarak kabul edildi. Aerobik egzersiz yaptırılan ve DS takviyesinin TSH düzeylerine bakıldığında kontrol ve DS+Egzersiz grupları arasında farkın olmadığı ($p > 0.05$), ancak kontrol ve egzersiz grupları arasında artış olduğu tespit edildi ($p < 0.05$). Testosteron düzeylerine bakıldığında kontrol ve DS+Egzersiz grupları arasında artış olduğu ($p < 0.01$), kontrol ve egzersiz grupları arasında artış olduğu ($p < 0.05$), DS+Egzersiz ve egzersiz grupları arasında ise önemli artışın olduğu tespit edildi ($p < 0.001$). İnsülin düzeylerine bakıldığında, kontrol grubuna göre, DS+Egzersiz ve egzersiz grupları arasında artış olduğu istatistiksel olarak tespit edildi ($p < 0.001$). Sonuç olarak, aerobik egzersiz uygulamaları, sporcularda TSH, total testosteron ve insülin düzeylerini arttırarak etkisini göstermiştir. DS+egzersiz takviyesinin sporcularda TSH düzeyini etkilemediği, total testosteron ve insülin düzeylerini arttırdığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Domates suyu, Egzersiz, TSH, Testosteron, İnsülin.

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF TOMATO JUICE SUPPLEMENT ON TSH, TESTOSTERONE AND INSULIN LEVELS IN ATHLETES

ABSTRACT

14 healthy male athletes, who were given tomato juice (TJ) supplements with aerobic exercise, had an average age of 20.21 ± 2.08 years, had a mean BMI of 20.98 ± 2.61 , and exercised an average of 2.50 ± 1.83 years in color branches, were formed and their TSH, testosterone and insulin levels were analyzed. The data was analyzed with the SPSS package program and the tests used to compare the averages between the groups to reveal the difference before and after the exercises for 42 days. The compliance of the data to normal distribution was examined using the Shapiro-Wilk test. Those with normal distribution among the data were analyzed with the Dependent T test and those that did not show normal distribution were analyzed with the Wilcoxon test. Statistical significance was accepted as $p < 0.05$. When the TSH levels of aerobic exercise and TJ supplementation were examined, it was found that there was not an increase between the control and TJ+exercise groups ($p > 0.05$), however, there was an increase between control and aerobic exercise groups ($p < 0.05$). When testosterone levels were examined, it was found that there was an increase between the control and TJ + Exercise groups ($p < 0.01$),

¹ Fırat Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Elazığ.
0000-0001-6506-656X

² Fırat Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Elazığ.
0000-0002-7212-0795

³ Fırat Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Elazığ.
0000-0003-1160-4881

an increase between control and exercise ($p<0.05$), and a significant increase between TJ + exercise and exercise groups ($p<0.001$). When the insulin levels were examined, it was found statistically that there was an increase in TJ + Exercise and exercise groups compared to the control screen ($p<0.001$). As a result, aerobic exercise applications results in an increase in TSH, total testosterone and insulin levels in athletes. It is determined that TJ + exercise supplementation does not affect TSH levels but it increases total testosterone and insulin levels of athletes.

Keywords: Tomato juice, Exercise, TSH, Testosterone, Insulin

GİRİŞ

Egzersiz, metabolizma üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir ve vücudun, egzersizin neden olduğu değişikliklere adaptasyonu, kas kasılması ve hayati dokuların fizyolojik işlevleri için gereken enerjiyi sağlayabilmek için esastır. Egzersizin yoğunluğuna ve süresine bağlı olarak, enerjiyi kullanılabilir kılmak için farklı mekanizmalara başvurulur ve homeostatik kontrol altında bu, birkaç hormonun salgılanmasındaki hızlı ve koordineli değişikliklerle gerçekleşmektedir (Moggetti, Bacchi, Brangani v.d., 2016).

Domates, fiziksel ve psikolojik olarak sağlığın korunmasında rol oynayabilen karotenoid, A vitamini, kalsiyum ve gama-aminobütirik asit gibi çeşitli biyoaktif bileşikler içerir (Zorumski, Paul, Izumi v.d., 2013). Domatesin zengin ve güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğu bilinmektedir (Moggetti, Bacchi, Brangani v.d., 2016). Bir karotenoid olan likopen antioksidan özelliklerinin, yararlı etkilerinden birincil olarak sorumlu olduğu düşünülürken, hücreler arası boşluk bağlantı iletişiminin modülasyonu, hormonal ve bağışıklık sistemleri ve metabolik yollar gibi diğer mekanizmaların da dahil edilebileceğini gösteren çalışmalar mevcuttur (Blum, Monir, Wirsansky v.d., 2005; Zhu, Chen, Bai v.d., 2020; Engelhard, Gazer ve Paran, 2006; Paran, Novack, Engelhard v.d., 2009).

Tiroid stimulan hormon (TSH) tiroid bezi fonksiyonlarının düzenlenmesinin ilk basamağıdır. TSH hipofizin anteromedial bölgesinden salgılanır (Masters ve Simons, 1996). Dolaşımdaki tiroid hormon düzeylerindeki bir değişikliğe TSH salınımı yanıt verir ve bazal tiroid hormon düzeylerinin korunmasını sağlamaya çalışır (Levey ve Klein, 1994).

Testosteron birincil anabolik hormondur ve konsantrasyonu, androjen reseptörünün yukarı regülasyonuna veya aşağı regülasyonuna bağlı olarak iyileşme süresi boyunca değişir. İskelet kası dışındaki birçok doku hormonal kontrol altında hedeflenir metabolizma ve fizyolojik işlevde kritik roller oynar (Kraemer, Ratamess ve Nindl, 2017).

Aerobik egzersiz (AE), insüline bağımlı hücrelerin hücre zarındaki insülin taşıyıcılarının yukarı regülasyonu dahil olmak üzere çeşitli moleküler yollarla insülin duyarlılığını artırabilir. Aerobik egzersizin, adipokinlerin azaltılması, enflamatuvar ve oksidatif

stres tepkileri ve farklı moleküler yollarla insülin sinyal iletiminin iyileştirilmesi gibi insülin direnciyle ilgili patofizyolojik yolların iyileştirilmesi yoluyla insülin duyarlılığını geliştirir (Yaribeygi, Atkin, Simental-Mendia v.d., 2019).

Elde edilen literatür bilgilerine göre, aerobik egzersiz ile birlikte domates suyu takviyesinin hormonlar üzerindeki etkilerine dair yeterli çalışmaya rastlanamamıştır. Bundan dolayı aerobik egzersiz yaptırılan sporcularda domates suyu takviyesinin TSH, testosteron ve insülin düzeylerine etkileri incelendi.

YÖNTEM

Araştırmada bilgilendirilmiş gönüllü olur formu kriter alınmıştır. Araştırma ön test ve son test modeline uygun olarak yürütülmüştür. Araştırma, Fırat Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesine bağlı saha ve tesislerde, mevcut araç ve gereçler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Araştırma Grubu

Araştırma grubunu yaş ortalaması 20.21 ± 2.08 yıl olan, BKİ ortalamaları 20.98 ± 2.61 kg/m^2 olan, değişik branşlarda ortalama 2.50 ± 1.83 yıl spor yapan, sağlıklı 14 erkek sporcu oluşturmuştur. Çalışmamız 42 gün sürmüştür.

Veri Toplama Araçları

Fiziksel Ölçümler: Boy ölçümü, holtain ltd marka boy ölçer ile alındı.

Vücut Ağırlığı Ölçümü, Tanita marka baskül ile belirlendi.

BKİ: Deneklerin kilo değerleri, boy değerlerinin metre cinsinden karesine bölünerek (kilo/boy (m^2)) hesaplandı.

Egzersiz Uygulaması: Aerobik egzersiz, 42 gün uygulandı.

14 erkek katılımcıya, 21 gün aerobik egzersiz uygulandı ve her egzersiz sonrası 250 ml domates suyu içirildi.

22 ve 42 günler arası arınma döneminde sadece aerobik egzersiz uygulandı, 250 ml domates suyu takviyesi içirilmedi.

Aerobik egzersiz, 10 dakika ısınma hareketleri, karvonen formülü kullanılarak %70-80 şiddetinde 30 dakika koşu (Voit Epic II Plus koşu bandı) ve 10 dakika soğuma hareketleri olarak uygulandı.

Karvonen Formülü: $(220 - \text{YAŞ} - \text{Dinlenik Nabız}) \times \text{Antrenman Şiddeti} + \text{DN} = \text{Maksimum Kalp Atım Hızı}$

Domates Suyu Birleşenleri: Çalışmada kullanılan 250 ml domates suyunun toplam enerjisi 50 kcal ve toplam likopen içeriği 27.5 mg'dır. Çalışmada kullanılan domates suyu besin değerleri ayrıntılı olarak Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan domates suyu besin değerleri.

Besin	250 ml Değer
Enerji (Kcal)	51
Yağ (g)	0.5
Doymuş Yağ (g)	0.125
Karbonhidrat (g)	10.5
Şekerler (g)	7.5
Protein (g)	1.75
Lif (g)	0.375
Tuz	0.875
Sodyum (mg)	20
Kalsiyum (mg)	28.75
Potasyum (mg)	787.5
A vitamini (µg)	57.5
Likopen (mg)	27.5

Kan Örnekleri: Egzersiz öncesi, 21. gün ve 42. gün egzersiz sonrası tetkikler için kan örnekleri alındı. 3 mililitre kan jelli biyokimya tüplerine (Standardplus & MedicalCo., Ltd., Almanya) alınarak soğutmalı santrifüjde (Universal 320R, Hettich, Almanya) 5000 rpm devir 4 °C'de 10 dakika santrifüj edilerek serum örneklerini eppendorf tüplerine bırakılarak analiz edilinceye kadar derin dondurucuda (Hettich, Almanya) -80 °C'de muhafaza edildi.

Serum Analizleri: Tiroid stimulan hormon (TSH), total testosteron ve insülin hormon düzeyleri otoanalizörde (Samsung Labgeo PT10) analiz edildi.

Verilerin Analizi

Veriler 42 günlük egzersiz öncesi ve egzersizler sonrasında farklılıkları ortaya koymak için SPSS paket programı yardımı ile bağımlı gruplar arası ortalamaların karşılaştırılması için kullanılan testler ile analiz edildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile incelendi. Verilerden normal dağılım gösterenler Bağımlı T testi ile normal dağılım göstermeyenler ise Wilcoxon testi ile analiz edildi. İstatistiksel anlamlılık $p < 0.05$ olarak kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmaya katılan sporculara ait yaş, spor yaşı, boy, ağırlık ve beden kütle indeksleri (BKİ) Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Sporculara (n=14) ait yaş, spor yaşı, boy, ağırlık ve beden kütle indeksleri (BKİ)

Parametre	Ortalama	Standart Sapma	Medyan	En düşük	En yüksek
Yaş, yıl	20.21	2.08	20.50	18.00	24.00
Spor Yaşı, yıl	2.50	1.83	2.00	1.00	8.00
Ağırlık, kg	62.79	6.94	62.00	54.00	76.00
Boy, cm	173.21	6.68	172.50	164.00	188.00
BKİ, kg/m ²	20.98	2.61	21.16	17.63	26.40

Beden Kütle İndeksi (BKİ): ağırlık (kg)/ boyun karesi (m²)

Çalışmaya katılan sporcuların yaş ve spor yaşları sırasıyla 20.2±2.1 ve 2.5±1.8 yıl olarak tespit edildi. Sporcuların ağırlık ve boy değerleri 62.8±6.9 kg ve 173.2±6.7 cm olarak ölçülürken, beden kitle indeksleri ise 21.0±2.6 olarak hesaplandı (Tablo 2).

Çalışmaya katılan sporcuların gruplara göre TSH, testosteron ve insülin düzeylerin ortalama ve standart sapma değerleri verilmiştir. Bu hormon düzeylerinin gruplara göre istatistiksel olarak anlamlılık düzeyleri Tablo 3’de sunulmuştur.

Tablo 3. Sporcuların serum TSH, testosteron ve insülin değerleri (n=14).

Parametre	Gruplar		
	Kontrol	DS+Egzersiz	Egzersiz
TSH, uIU/mL	1.49±0.42	1.60±0.36	1.70±0.36*
Testosteron, ng/dL	439.72±97.19	520.56±103.00**	508.83±106.38*.,###
İnsülin, uU/mL	27.68±9.53	31.24±8.95***	30.11±8.93***.,###

DS: domates suyu, TSH: tiroit stimulan hormon. Veriler gruplar için ortalama ve standart sapma olarak sunulmuştur. Grupların ikili karşılaştırmaları bağımlı T testi veya Wilcoxon testi için: *p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001 kontrol grubu ile kıyaslandığında, # p<0.05; ### p<0.001 Domates suyu+Egzersiz grubu ile kıyaslandığında istatistiki farklılık vardır.

Tablo 3’ de görüldüğü üzere, sporcularda DS takviyesinin TSH düzeylerine bakıldığında kontrol ve DS+Egzersiz grupları arasında farkın olmadığı (p>0.05), kontrol ve egzersiz grupları arasında artış olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Testosteron düzeylerine bakıldığında kontrol ve DS+Egzersiz grupları arasında artış olduğu (p<0.01), kontrol ve egzersiz grupları arasında artış olduğu (p<0.05), DS+Egzersiz ve egzersiz grupları arasında ise

önemli artışın olduğu tespit edilmiştir ($p<0.001$). İnsülin düzeylerine bakıldığında kontrol grubuna göre DS+Egzersiz ve egzersiz grupları arasında artış olduğu istatistiksel olarak tespit edilmiştir ($p<0.001$).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmada, aerobik egzersiz uygulanan sporcularda domates suyunun TSH, total testosteron ve insülin düzeyleri üzerine etkileri incelenmiştir. Egzersiz ve domates suyu içirilen sporcularda TSH, total testosteron ve insülin düzeylerinde artış olduğu istatistiksel olarak tespit edilmiştir (Tablo 3).

TSH, tiroid bezinin metabolizmasını ve gelişmesini sağlayan glikoprotein yapısında bir hormondur. Tiroid hormonunu uyaran, hipofizden salgılanan TSH hormonudur. Tiroid hormonlarının genel etkisi, çok sayıda genin yapısını uyarmasıdır (Berne, Levy, Koeppen v.d., 2008). Çalışmamızda, 21 günlük aerobik egzersiz ve domates suyu takviyesinden sonra, domates suyu+egzersiz grubunda artış olduğu bu artışın istatistiksel olarak önemli olmadığı, egzersiz grubunda ise artışın önemli olduğu istatistiksel olarak tespit edilmiştir. Egzersiz sırasında, metabolizmada talep artmaktadır. Egzersiz, vücut iç dengesinde değişikliklere neden olur. Bu durumda, metabolizma hızı ve oluşan termogenez tiroid hormonları tarafından düzenlenir (Fortunato, Ignácio, Padron v.d., 2008). Limanova ve arkadaşları sağlıklı genç bireyler üzerine yaptıkları çalışmalarda (Limanova, Sonka, Kratochvil v.d.,1983), Fortunato ve arkadaşları benzer şekilde egzersizden hemen sonra TSH düzeylerinde bir değişikliğin olmadığını bildirirken (Fortunato, Ignácio, Padron v.d., 2008), Philippou ve arkadaşları genç erkekler üzerine yaptıkları çalışmada (Philippou, Maridaki, Tenta v.d., 2017), Carvalho ve arkadaşları sağlıklı yaşlı bireyler üzerinde yaptıkları çalışmada (Carvalho, Vigário, Chachamovitz v.d., 2018), Akbulut üniversite öğrenciler üzerinde yaptığı çalışmada (Akbulut, 2020), Yagmur ve arkadaşları güreşçiler üzerine yaptıkları çalışmada (Yagmur, Isik, Kilic v.d., 2019) TSH düzeylerinde artış olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalar bulgularımızla paralellik göstermektedir.

Testosteron bir hormon olarak, ereksiyon kalitesini ve ikincil cinsel özellikleri artırmak gibi çeşitli işlevlere sahiptir; ancak metabolik yollara etkisi nedeniyle kardiyovasküler, nöromusküler ve merkezi sinir sistemlerini etkiler (Ciocca, Limoncin, Carosa v.d., 2016). Testosteron egzersizle artan hormonlardan biridir. Egzersizle oluşan, stresin ürettiği reaksiyon, yaş, cinsiyet, ergenlik ve egzersiz yoğunluğu gibi faktörlerden etkilenir (Di Luigi, Guidetti, Baldari v.d., 2003; Vaamonde, Da Silva-Grigoletto, García-Manso v.d., 2009). Çalışmamızda, 21 günlük aerobik egzersiz ve domates suyu takviyesinden sonra, egzersiz grubunda artış

olduğu, domates suyu+egzersiz grubunda ise en yüksek testosteron düzeyinde olduğu istatistiksel olarak tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalara bakıldığında, egzersizden sonra testosteron seviyesinin arttığı, uzun mesafeli koşucularda toplam ve serbest testosteron konsantrasyonlarının, orta mesafeli koşuculara ve kontrollere kıyasla daha düşük olduğu bildirmişlerdir (Abdollahzadeh ve Ashrafizadeh, 2018). Egzersiz yapan erkekler üzerine yaptıkları çalışmada testosteron düzeylerinde egzersize bağlı artış olduğunu tespit etmişlerdir (Kumagai, Yoshikawa, Zempo-Miyaki v.d., 2018; Kumagai, Myoenzono, Yoshikawa v.d., 2020; Kowal, Sorokowski, Żelaźniewicz v.d., 2020). Yapılan çalışmalar bulgularımızla paralellik göstermektedir.

İnsülin, iskelet kasına, karaciğere ve beyaz adipositlere etki eden glikoz, lipid ve protein metabolizması üzerinde etkilidir. Özellikle iskelet kasında insülin, glikoz alımını ve glikojen sentezini uyarır; karaciğerde, glukoneogenezi inhibe eder ve hem glikojen sentezini hem de lipogenezi destekler (Petersen ve Shulman, 2018). Genel olarak, insülin duyarlılığı egzersizin derecesi ile ilişkilidir (Houmard, Tanner, Slentz v.d., 2004). Çalışmamızda, 21 günlük aerobik egzersiz ve domates suyu takviyesinden sonra, insülin düzeylerinde, egzersiz grubunda artış olduğu, domates suyu+egzersiz grubunda ise en yüksek olduğu istatistiksel olarak tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalara bakıldığında, Cinar ve arkadaşları maç öncesi ve maç sonrası futbolcular üzerinde yaptıkları çalışmada (Cinar, Cengiz, Pala v.d., 2013), Kilic ve arkadaşları boksörler üzerine yaptığı çalışmada (Kilic, Cetin, Sumlu v.d., 2019), Pala ve arkadaşları boks antrenörleri üzerine yaptığı çalışmada (Pala, Cinari Kilic v.d., 2013), Brennan ve arkadaşları yaşlı kadın ve erkekler üzerine yaptıkları çalışmada (Brennan, Standley, Yi v.d., 2020) insülin düzeylerinde artış olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalara bakıldığında bulgularımızla paralellik göstermektedir.

Sonuç olarak, aerobik egzersiz uygulamalarının sporcularda TSH, total testosteron ve insülin düzeylerini arttırarak etkisini gösterdiği tespit edilmiştir. Aerobik egzersiz+domates suyu takviyesinin sporcularda TSH düzeyini etkilemediği, total testosteron ve insülin düzeylerini arttırarak etkisini gösterdiği tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

1. **Abdollahzadeh Soreshjani, S., & Ashrafizadeh, M.** (2018). Effects of exercise on testosterone level, heat shock protein, and fertility potential. *Reviews in Clinical Medicine*, 5(4), 141-145.
2. **Akbulut, T.** (2020). Responses of uric acid, glucose, thyroid hormones and liver enzymes to aerobic and combined exercises in university students. *Higher Education Studies*, 10(1), 109-114.
3. **Berne, M. R., Levy, N. M., Koeppen M. B., & Stanton, B. A.** (2008). *Physiology* (5 th ed). Çeviri: Türk Fizyolojik Bilimler Derneği. Güneş Tıp Kitabevleri, Ankara.
4. **Blum, A., Monir, M., Wirsansky, I., & Ben-Arzi, S.** (2005). The beneficial effects of tomatoes. *European Journal Of Internal Medicine*, 16(6), 402-404.
5. **Brennan, A. M., Standley, R. A., Yi, F., Carnero, E. A., Sparks, L. M., & Goodpaster, B. H.** (2020). Individual response variation in the effects of weight loss and exercise on insulin sensitivity and cardiometabolic risk in older adults. *Frontiers in Endocrinology*, 11, 632.
6. **Carvalho, R. C., Vigário, P. D. S., Chachamovitz, D. S. D. O., Silvestre, D. H. D. S., Silva, P. R. D. O., Vaisman, M., & Teixeira, P. D. F. D. S.** (2018). Heart rate response to graded exercise test of elderly subjects in different ranges of TSH levels. *Archives of Endocrinology and Metabolism*, 62(6), 591-596.
7. **Ciocca G, Limoncin E, Carosa E, et al.** (2016). Is Testosterone a Food for the Brain? *Sexual Medicine Reviews*, 4(1), 15-25.
8. **Cinar, V., Cengiz, Ş., Pala, R., & Dündar, A.** (2013). Effect of short-term match period on the glucose and insulin levels of football players. *European Journal of Experimental Biology*, 3(3), 554-557.
9. **Di Luigi L, Guidetti L, Baldari C, et al.** (2003). Heredity and pituitary response to exercise-related stress in trained men. *Int J Sports Med.*, 24, 551-558.
10. **Engelhard, Y. N., Gazer, B., & Paran, E.** (2006). Natural antioxidants from tomato extract reduce blood pressure in patients with grade-1 hypertension: a double-blind, placebo-controlled pilot study. *American Heart Journal*, 151(1), 100-e6.
11. **Fortunato, R.S., Ignácio, D.L., Padron, A.S., Peçanha, R., Marassi, M.P., Rosenthal, D., Werneck-de-Castro, J.P., Carvalho, D.P.** (2008). The effect of acute exercise session on thyroid hormone economy in rats. *J Endocrinol.*, 198(2), 347-53.
12. **Hak, A. E., Ma, J., Powell, C. B., Campos, H., Gaziano, J. M., Willett, W. C., & Stampfer, M. J.** (2004). Prospective study of plasma carotenoids and tocopherols in relation to risk of ischemic stroke. *Stroke*, 35(7), 1584-1588.
13. **Houmard, J. A., Tanner, C. J., Slentz, C. A., Duscha, B. D., McCartney, J. S., & Kraus, W. E.** (2004). Effect of the volume and intensity of exercise training on insulin sensitivity. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, MD: 1985), 96(1), 101-106.
14. **Kilic, Y., Cetin, H. N., Sumlu, E., Pektas, M. B., Koca, H. B., & Akar, F.** (2019). Effects of boxing matches on metabolic, hormonal, and inflammatory parameters in male elite boxers. *Medicina*, 55(6), 288.
15. **Kowal, M., Sorokowski, P., Żelaźniewicz, A., Nowak, J., Orzechowski, S., Żurek, A., & Żurek, G.** (2020). A positive relationship between body height and the testosterone response to physical exercise. *Evolution and Human Behavior*.
16. **Kraemer, W. J., Ratamess, N. A., & Nindl, B. C.** (2017). Recovery responses of testosterone, growth hormone, and IGF-1 after resistance exercise. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 122(3), 549-558.
17. **Kumagai, H., Myoenzono, K., Yoshikawa, T., Tsujimoto, T., Shimomura, K., & Maeda, S.** (2020). Regular aerobic exercise improves sexual function assessed by the aging males' symptoms questionnaire in adult men. *The Aging Male*, 1-8.
18. **Kumagai, H., Yoshikawa, T., Zempo-Miyaki, A., Myoenzono, K., Tsujimoto, T., Tanaka, K., & Maeda, S.** (2018). Vigorous physical activity is associated with regular aerobic exercise-induced increased serum testosterone levels in overweight/obese men. *Hormone and Metabolic Research*, 50(01), 73-79.

19. **Levey, G. S., & Klein, I.** Disorders of The Thyroid. In: Stein J, editor. Stei's textbook of Medicine. 2nd edition. Brown. 1383-1397. 1994.
20. **Limanova, Z., Sonka, J., Kratochvil, O., Sonka, K., Kanka, J., & Sprynarova, S.** (1983). Effects of exercise on serum cortisol and thyroid hormones. *Experimental and Clinical Endocrinology*, 81, 308-314.
21. **Masters, P. A., & Simons, R.J.** (1996). Clinical Use of Sensitive Assays for thyroid-stimulating hormone. *J Gen Intern Med.*, 11, 115-127.
22. **Moghetti, P., Bacchi, E., Brangani, C., Donà, S., & Negri, C.** (2016). Metabolic Effects of Exercise. *Frontiers of Hormone Research*, 47, 44-57.
23. **Pala, R., Cinar, V., Kilic, Y., Karadag, M., Alpay, N., & Orhan, S.** (2013). Comparison of certain blood values of coaches of national boxing team before and after matches. *Advances in Environmental Biology*, 689-693.
24. **Paran, E., Novack, V., Engelhard, Y. N., & Hazan-Halevy, I.** (2009). The effects of natural antioxidants from tomato extract in treated but uncontrolled hypertensive patients. *Cardiovascular Drugs And Therapy*, 23(2), 145-151.
25. **Petersen, M. C., & Shulman, G. I.** (2018). Mechanisms of insulin action and insulin resistance. *Physiological Reviews*, 98(4), 2133-2223.
26. **Philippou, A., Maridaki, M., Tenta, R., & Koutsilieris, M.** (2017). Hormonal responses following eccentric exercise in humans. *Hormones*, 16(4), 405-413.
27. **Vaamonde, D., Da Silva-Grigoletto, M. E., García-Manso, J. M., et al.** (2009). Response of semen parameters to three training modalities. *Fertil Steril.*, 92, 1941-1946.
28. **Yagmur, R., Isik, O., Kilic, Y., & Akyuz, M.** (2019). The hydration status and thyroid hormones levels among elite wrestlers. *Progress in Nutrition*, 21(4), 952-957
29. **Yaribeygi, H., Atkin, S. L., Simental-Mendía, L. E., & Sahebkar, A.** (2019). Molecular mechanisms by which aerobic exercise induces insulin sensitivity. *Journal of Cellular Physiology*, 234(8), 12385-12392.
30. **Zhu, R., Chen, B., Bai, Y., Miao, T., Rui, L., Zhang, H., Xia, B., Li, X., et al.** (2020). Lycopene in protection against obesity and diabetes: A mechanistic review. *Pharmacological Research*, 159, 104966.
31. **Zorumski, C. F., Paul, S. M., Izumi, Y., Covey, D. F., & Mennerick, S.** (2013). Neurosteroids, stress and depression: potential therapeutic opportunities. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 37(1), 109-122.