

EGZERSİZİN LEPTİN DÜZEYLERİ ÜZERİNE ETKİSİ, LEPTİNİN SOLUNUM VE KARDİYOVASKÜLER PARAMETRELER İLE İLİŞKİSİ*
Effects of Exercise on Plasma Leptin Concentrations and Relation of Leptin to Respiratory, Cardiovascular Parameters

Lütfiye OGAN KEÇETEPEN¹, Nurcan DURSUN²

Özet : Obezite ve obezite ilişkili hastalıklar ile leptin hormonu arasında önemli bir ilişkinin olduğu yapılan araştırmalar ile belirlenmiştir. Obeziteyi düzeltici faktörlerden birisi düzenli yapılan egzersizlerdir. Egzersiz, leptin hormonu yapımını ve salgılanmasını etkileyerek obezite yada obezite ilişkili hastalıklardaki iyileştirici etkisini oluşturabilir. Sunulan bu çalışma düzenli spor yapmanın yada kısa süreli egzersizin, serum leptin düzeylerine etkisi, serum leptin düzeyleri ile arteriyel kan basıncı (sistolik, diyastolik basınç), nabız, plazma nitrik oksit düzeyleri ve solunum parametreleri arasındaki ilişkinin araştırılmasını amaçlamıştır. Araştırmada dört grup çalışılmıştır. Grupları sırası ile 1. düzenli spor yapan 15 kız, 2. düzenli spor yapan 15 erkek, 3. spor yapmayan 15 kız, 4. spor yapmayan 15 erkek şeklinde olmaktadır. Serum leptin düzeyleri, kan basınçları ve plazma nitrik oksit konsantrasyonları dört grupta da egzersiz öncesi, sonrası ve egzersizden yarım saat sonrası belirlenmiştir. Solunum parametreleri, gönüllü öğrenciler egzersiz yapılarak belirlenmiştir. Kız ve erkek öğrencilerin serum leptin düzeyleri düzenli spor yapma- yapmama ile ilişkili olarak istatistiksel açıdan anlamlı farklılık göstermiştir. Serum leptin düzeyleri/vücut kitle indeksi oranları için düzenli spor yapan ve hiç spor yapmayan kızlar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Egzersiz öncesi dört grubun toplamında serum leptin düzeyi- boy ($r=0.259$, $p<0.001$), serum leptin düzeyi-nabız ($r=0.006$, $p<0.05$) parametreleri arasında ilişki bulunmuştur. Egzersizden hemen sonra dört grubun toplamında serum leptin düzeyi – maksimum oksijen tüketimi ($r=0.059$, $p<0.04$) serum leptin düzeyi-oksijen tüketimi ($r=0.058$, $p<0.04$), serum leptin düzeyi-DB ($r=0.075$, $p<0.02$) parametreleri arasında ilişki bulunmuştur. Spor yapma serum leptin düzeylerini azaltmaktadır. Sonuç olarak leptin hormonunun, vücut sistemlerinin egzersize uyumunu sağlamada aracı bir görve sahip olabileceği düşünülmüştür.

Anahtar kelimeler : Leptin, egzersiz, solunum sistemi, kardiyovasküler sistem

Summary : Previous research indicate that serum leptin levels are highly correlated to obesity and obesity-induced disorders. Regular exercise has a reductive effect on obesity. Exercise affect the production and secretion of leptin. This positively contribesting to obesity and obesity-related diseases. We aimed to research the effect of regular physical activity and strenuous short-time exercise on serum leptin levels and the relationships between leptin and arterial pressure, nitric oxide (NO) and ventilation.

The study consisted of four groups. 1. The two groups consisted of 15 female (grup 1) and 15 male (grup 2) who are regular exercise students. Other two groups were 15 female (grup 3) and 15 male (grup 4) students who lived sedentarily. Serum leptin levels, blood pressures and plasma nitric oxide levels were determined in four groups before and immediately after cessation of exercise and 30 minutes after the end of the exercise period. Respiratory parameters were determined in four groups during exercise period. The leptin levels were significantly different among the groups. Serum leptin levels and serum leptin levels/ body mass index ratios were significantly different between female students who did regular exercise and those who did not. There were significant positive correlations in all students between serum leptin levels and height ($r=0.259$, $p<0.001$), heart rate ($r=0.006$, $p<0.05$) before exercise. There were significant positive correlation in all students between serum leptin levels and diastolic pressure ($r=0.075$, $p<0.02$), significant negative correlations between serum leptin levels and VO_2 ($r=0.058$, $p<0.04$), VO_2 max ($r=0.059$, $p<0.04$). Physical activity has decreased serum leptin levels. In conclusion, serum leptin hormone may play an intermediary role in adapting the body systems to compliance with exercise.

Key words : Leptin, exercise, respiratory system, cardiovascular system

¹ Bilim Uz.Erciyes Ün.Sağlık Bil.Ens.Fizyoloji AD, Kayseri

² Prof.Dr.Erc.ÜN.Tıp Fak. Fizyoloji AD, Kayseri

* Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından SBY.03.02 nolu proje ile desteklenmiştir.

Obez gen (16kDa, ob) ürünü olan leptinin keşfi, obezite ile ilgili görüşlerde yeni bir devir başlatmıştır (1). Adipoz dokudan salınan leptin, kan beyin bariyerini (KBB) aktif olarak geçer ve hipotalamusa ulaşır, çeşitli hipotalamik nükleuslardaki spesifik leptin reseptörlerine bağlanarak yiyecek alımını azaltır, enerji kullanımını artırır (2). Çok düşük seviyelerde olsa da mide epiteli, iskelet kası ve plasentadan da salgılanır.

Leptin reseptörlerinin yapısı ve yerleşimi 1995 yılında tanımlanmıştır (3). Leptin reseptörlerinin LEPRa, LEPRb, LEPRc, LEPRd, LEPRE ve LEPRf olarak adlandırılan altı izoformu bulunmaktadır (4). Hepsininde genel bir ekstrasellüler leptin bağlama bölgesi vardır ama intrasellüler bölgeleri birbirinden farklıdır. LEPRb en uzun yapılarıdır, LEPRE'nin ise ne transellüler ne de intrasellüler kısımları bulunmaz (5).

LEPRb'nin intrasellüler kısmı üç adet tirozin içermektedir. Leptinin LEPRb'ye bağlanması Janus kinazların (JAK 1,2) otoposforilasyonuna, bunlar da LEPRb'nin sitoplazmik kısmında bulunan tirozin fosforilasyonuna neden olur. Tirozin fosforilasyonu transkripsiyon aktivatör protein tip üç (STAT3) aktivasyonu ve en sonunda da hedef genlerin aktivasyonuna neden olur. LEPRb-STAT3 sinyalizasyonu, melanokortinlerin regülasyonu ve enerji dengesinin kurulması için gereklidir (6).

Ob/Ob (leptin gen mutasyonlu fare) farelerde leptin geni bulunmaz, db/db (leptin reseptör mutasyonlu fare) farelerde sadece LEPRa sentezlenir, diğerleri bulunmaz bu mutasyonlar sonucunda; hiperfaji, öldürücü obezite, infertilite, soğuğa dayanıksızlık, glukokortikoid seviyesinde artış görülmektedir.

LEPR mutasyonları sıçanlarda da bulunmuştur (zucker fatty, fa/fa sıçan) (7). Hiperfajik, obez, hiperlipidemili, artmış plazma glukokortikoid düzeyi olan ve hiperglisemili bu sıçanlara yüksek konsantrasyonda intraserebroventriküler (i.c.v.) leptin verilmesi, leptine kısmen cevap oluşturmaktadır (8). Koletsky sıçanlar (fak) ise hiçbir leptin reseptörünün ekstrasellüler kısmını içermez (9). Bunlarda da hiperfaji, obezite ve çeşitli hormonal anormallikler bulunur. Leptin reseptör mutasyonları insanlarda çok nadir görülür (10).

Hiperfaji, obezite, seksüel gelişim geriliği görülen bu bireylerde ayrıca tirotropin serbestletici hormon (TRH) ve growth hormon serbestletici hormon (GHRH) cevaplarında da yetersizlik belirlenmiştir.

Leptinin hipertansiyon yaptığını destekleyen pek çok çalışma yapılmıştır. Örneğin leptin eksikliğinin bulunduğu Ob/Ob fareler şiddetli obez olmalarına rağmen kan basıncı artışı göstermezler. Bunlara fizyolojik dozlarda leptinin ekzojen verilmesi, ağırlık kaybına neden olmasına karşın kan basıncını artırmıştır (11). Son yıllarda yapılan çalışmalar obezitede görülen sempatik sinir sistem aktivite artışı ve renin anjiyotensin sistem (RAS) aktivite artışı ile leptin arasında ilişki olduğunu bildirmektedir (11)

Leptin konsantrasyonu diyet kısıtlaması ile hızlı bir şekilde azalmaktadır (12, 13). Obez insanlarda düşük kalorili yiyecek ile beslenme plazma leptin düzeyini altı haftada %50'den fazla azaltmaktadır (13). Diyet kısıtlaması ile leptin konsantrasyonundaki hızlı azalma, ventilasyonu deprese etmesi beklenen bir sonuçtur. Nitekim iki klinik çalışmada, ileri derecedeki obez insanlarda aşırı diyet kısıtlamasının, dolaşımdaki leptin konsantrasyonunu azalttığı ve solunumu deprese ettiği gösterilmiştir (14, 15).

Çalışmamızda, düzenli spor yapan ve hiç spor yapmayan öğrencilerdeki serum leptin düzeyi ile cinsiyet, arteriyel basınç, plazma nitrik oksit (NO) metabolitleri (T.nitrit, D.nitrit, nitrat), ventilasyon cevapları arasındaki ilişki ile egzersiz bu ilişkideki değişime etkisi araştırılmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu öğrencisi olup spor takımlarında olması nedeniyle düzenli spor yapan 15 kız – 15 erkek; Atatürk Sağlık Yüksekokulu ve Tıp Fakültesi öğrencisi olup hiç spor yapmayan 15 kız – 15 erkek (yaş dağılımı 18-23) öğrenci üzerinde Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı Dolaşım - Solunum laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. İndirekt yöntemle arteriyel sistolik (SB) ve diyastolik basınç (DB), nabız değerleri belirlenmiştir. Serum leptin ve plazma nitrik oksit (NO) tayini yapmak amacıyla venöz kan alınmıştır. Bu işlemler, egzersiz öncesi (EÖ),

egzersizden hemen sonrası (EHS) ve egzersizden yarım saat sonrası (EYS) her öğrenciye üç defa uygulanmıştır. Gönüllülere; bisiklet ergometrisi kullanılarak 100 W güce karşı art arda 30, 40, 50 km/saat hızda ikişer dakika ve daha sonra 100 W güce karşı maksimum hızda tükeninceye kadar egzersiz yaptırılmıştır

Bisiklet ergometrisi ile yapılan egzersiz sırasında solunum parametreleri (maksimum oksijen tüketimi (VO_2 max), oksijen tüketimi (VO_2), karbondioksit üretimi- VCO_2 , ekspresyon hacminin karbondioksit üretimine oranı ($VRCO_2$), ekspresyon hacminin oksijen tüketimine oranı (VRO_2), tidal volüm (VT) metabolatör ile ölçülmüştür. Serum leptin düzeyleri Immunoradiometric Assay Kit (IRMA, DSL-23100,USA) ile Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Nükleer Tıp ABD' nda ölçülmüştür. NO tayini Arto K ve arkadaşları (16) tarafından modifiye edilen Greiss metodu (16) ile İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya ABD' nda ölçülmüştür. Gruplara ait tüm verilerin istatistiksel değerlendirilmesi ve korelasyon analizinde SPSS 10.0.1, tekrarlanan ölçümler için ANOVA testi yapıp, Bonferroni düzeltmesi uygulanmıştır. Anlamlılık seviyesi $p<0.05$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Düzenli spor yapan ve hiç spor yapmayan kız öğrencilerin; yaş, boy, ağırlık, vücut kitle indeksi parametreleri için gruplar arasında fark bulunmamıştır.

Düzenli spor yapan-hiç spor yapmayan, kız-erkek öğrencilerin EHS ve EYS ölçülen serum leptin düzeyi ve serum leptin düzeyi/VKİ değerleri, EÖ değerlere göre istatistiksel açıdan anlamlı düzeyde farklı bulunmamıştır (Tablo I).

Düzenli spor yapan ve hiç spor yapmayan kız öğrencilerin serum leptin düzeyleri ile serum leptin düzeyleri/VKİ oranları için gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmuştur (sırasıyla $p<0.001$, $p<0.002$). Düzenli spor yapan ve hiç spor yapmayan erkek öğrencilerin serum leptin düzeyleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0.002$) (Tablo I).

Düzenli spor yapan kız öğrencilerin EHS ölçülen SB ve nabız değerleri ile EYS ölçülen DB değerleri, EÖ ölçülen değerlerden istatistiksel açıdan farklı bulunmuştur. Hiç spor yapmayan kız öğrencilerin EHS ölçülen SB ve nabız değerleri ile EYS ölçülen DB değerleri, EÖ ölçülen değerlerden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı bulunmuştur.

Tablo I. Düzenli spor yapan-hiç spor yapmayan, kız-erkek öğrencilerin EÖ, EHS, EYS belirlenen serum leptin düzeyi, serum leptin düzeyi/VKİ, değerleri (Her grup için n:15)

			EÖ Değerler	EHS Değerler	EYS Değerler
Serum Leptin Düzeyi (ng/ml)	Kız	Düzenli spor yapan	21.01 ± 12.65	19.28 ± 11.72	19.43 ± 15.65
		Hiç spor yapmayan	41.14 ± 17.39 ^a	44.44 ± 42.82 ^a	38.05 ± 36.04
	Erkek	Düzenli spor yapan	6.07 ± 8.61	9.66 ± 20.30	5.81 ± 7.15
		Hiç spor yapmayan	9.28 ± 12.91 ^a	9.28 ± 9.99	7.44 ± 6.89
Serum Leptin Düzeyi/VKİ (ng.m ² .ml ⁻¹ .kg ⁻¹)	Kız	Düzenli spor yapan	0.99 ± 0.58	0.91 ± 0.55	0.92 ± 0.76
		Hiç spor yapmayan	1.86 ± 0.78 ^a	2.02 ± 1.97 ^a	1.77 ± 1.91
	Erkek	Düzenli spor yapan	0.23 ± 0.30	0.37 ± 0.74	0.22 ± 0.25
		Hiç spor yapmayan	0.37 ± 0.47	0.38 ± 0.37	0.31 ± 0.26

(a) Spor yapan ve yapmayanların karşılaştırması, $p<0.05$.

Düzenli spor yapan erkek öğrencilerin EHS ölçülen DB ve nabız değerleri ile EYS ölçülen SB, DB değerleri, EÖ değerlerden istatistiksel anlamda farklı bulunmuştur. Hiç spor yapmayan erkek öğrencilerin EHS ölçülen DB ve nabız değerleri ile EYS ölçülen SB, nabız değerleri, EÖ değerlerden istatistiksel anlamda farklı bulunmuştur (Tablo II).

Düzenli spor yapan kız öğrencilerin EHS ölçülen plazma D.nitrit, EYS ölçülen plazma D.nitrit değerleri, EÖ değerlerden istatistiksel anlamda farklı bulunmuştur. Spor yapmayan kız öğrencilerin EHS

ölçülen ölçülen plazma T.nitrit, D.nitrit, nitrat değerleri, EYS ölçülen plazma D.nitrit değerleri, EÖ değerlerden istatistiksel anlamda farklı bulunmuştur.

Düzenli spor yapan erkek öğrencilerin EHS ölçülen plazma D.nitrit, EYS ölçülen plazma D.nitrit, T.nitrit değerleri, EÖ değerlerden istatistiksel anlamda farklı bulunmuştur Spor yapmayan erkek öğrencilerin EHS ölçülen plazma T.nitrit, nitrat, EYS ölçülen plazma T.nitrit, D.nitrit değerleri, EÖ değerlerden istatistiksel anlamda farklı bulunmuştur (Tablo III).

Tablo II. Düzenli spor yapan-hiç spor yapmayan, kız-erkek öğrencilerin EÖ, EHS, EYS belirlenen SB, DB, nabız, değerleri (Her grup için n=15)

			EÖ Değerler	EHS Değerler	EYS değerler
SB (mmHg)	Kız	Düzenli spor yapan	118.20 ± 9.90	136.13 ± 11.58 ^a	109.93 ± 7.96 ^a
		Hiç spor yapmayan	116.33 ± 10.79	128.0 ± 12.12 ^a	110.63 ± 13.57
	Erkek	Düzenli spor yapan	134.40 ± 15.25	139.07 ± 20.43	121.53 ± 13.07 ^a
		Hiç spor yapmayan	119.01 ± 12.49	127.35 ± 27.37	115.36 ± 12.5 ^a
DB (mmHg)	Kız	Düzenli spor yapan	75.13 ± 9.11	71.60 ± 5.15	72.80 ± 6.11
		Hiç spor yapmayan	79.06 ± 8.24	76.50 ± 7.67	74.25 ± 7.0 ^a
	Erkek	Düzenli spor yapan	80.93 ± 7.37	71.53 ± 9.20 ^a	73.33 ± 7.60 ^a
		Hiç spor yapmayan	77.50 ± 9.22	70.35 ± 12.36 ^a	76.36 ± 7.90
Nabız (sayı/dk)	Kız	Düzenli spor yapan	86.40 ± 18.41	123.0 ± 16.72 ^a	92.60 ± 15.03 ^a
		Hiç spor yapmayan	94.66 ± 16.66	119.44 ± 17.39 ^a	97.13 ± 14.64
	Erkek	Düzenli spor yapan	90.07 ± 18.05	122.27 ± 17.17 ^a	94.33 ± 9.72
		Hiç spor yapmayan	82.35 ± 13.57	105.0 ± 21.65 ^a	92.93 ± 13.84 ^a

(a) EÖ değer ile karşılaştırılmasında, p<0.05.

Düzenli spor yapan-hiç spor yapmayan erkek ve kız öğrencilerin tümünün serum leptin düzeyi ile diğer değişkenleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için korelasyon analizi yapılmıştır. EÖ dönem için serum leptin düzeyi-boy ($r=0.259$, $p<0.001$), serum leptin düzeyi-nabız ($r=0.006$, $p<0.05$) parametreleri arasında ilişki bulunmuştur. EHS serum leptin düzeyi $-VO_{2max}$ ($r=0.059$, $p<0.04$) serum leptin düzeyi- VO_2 ($r=0.058$, $p<0.04$), serum leptin düzeyi-DB ($r=0.075$, $p<0.02$) parametreleri arasında ilişki bulunmuştur.

EÖ dönem için tüm öğrencilerin serum leptin düzeyi/VKİ- ağırlık ($r=0.077$, $p<0.02$), serum leptin düzeyi/VKİ-nabız ($r=0.016$, $p<0.03$) ve serum leptin düzeyi/VKİ-boy ($r=0.301$, $p<0.001$) parametreleri arasında ilişki bulunmuştur. EHS serum leptin düzeyi/VKİ- VO_{2max} ($r=0.082$, $p<0.02$), serum leptin düzeyi/VKİ- VO_2 ($r=0.081$, $p<0.02$), serum leptin düzeyi/VKİ- VCO_2 ($r=0.057$, $p<0.04$), serum leptin düzeyi/VKİ-DB ($r=0.082$, $p<0.02$) parametreleri arasında ilişki bulunmuştur.

Tablo III. Düzenli spor yapan-yapmayan, kız-erkek öğrencilerin EÖ, EHS, EYS belirlenen plazma T.nitrit, plazma D.nitrit, plazma nitrat değerleri (n=15)

			EÖ Değerleri	EHS Değerleri	EYS Değerleri
Plazma T.nitrit ($\mu\text{mol/L}$)	Kız	Düzenli spor yapan	31.06 \pm 4.19	28.73 \pm 3.05	30.53 \pm 3.41
		Hiç spor yapmayan	43.06 \pm 6.41	33.33 \pm 3.84 ^a	38.53 \pm 4.40
	Erkek	Düzenli spor yapan	32.53 \pm 4.51	30.60 \pm 2.92	28.60 \pm 4.73 ^a
		Hiç spor yapmayan	45.71 \pm 6.29	35.0 \pm 3.25 ^a	39.71 \pm 6.73 ^a
Plazma D.nitrit ($\mu\text{mol/L}$)	Kız	Düzenli spor yapan	13.26 \pm 2.73	11.46 \pm 1.35 ^a	10.40 \pm 1.50 ^a
		Hiç spor yapmayan	15.06 \pm 2.28	13.26 \pm 1.90 ^a	12.60 \pm 2.09 ^a
	Erkek	Düzenli spor yapan	13.26 \pm 2.25	10.73 \pm 2.12 ^a	9.33 \pm 1.75 ^a
		Hiç spor yapmayan	15.35 \pm 2.87	15.28 \pm 2.23	11.71 \pm 2.30 ^a
Plazma Nitrat ($\mu\text{mol/L}$)	Kız	Düzenli spor yapan	17.86 \pm 4.80	17.26 \pm 3.88	19.93 \pm 4.47
		Hiç spor yapmayan	28.00 \pm 6.17	20.06 \pm 4.52 ^a	25.93 \pm 5.52
	Erkek	Düzenli spor yapan	19.93 \pm 5.50	20.0 \pm 4.07	19.26 \pm 4.77
		Hiç spor yapmayan	30.28 \pm 6.31	20.42 \pm 4.30 ^a	27.71 \pm 6.60

(a) EÖ değer ile karşılaştırılmasında, $p<0.05$.

TARTIŞMA

Hiç spor yapmayan kız öğrencilerin leptin değerleri erkek öğrencilerin değerlerinden %443 yüksek iken, düzenli spor yapan kız öğrencilerin leptin değerleri erkek öğrencilerin değerlerinden %346 gibi bir oranla daha yüksek bulunmuştur. Miller ve arkadaşları (17), yaşları 20-31 arası olan erkek ve kadınların serum leptin değerlerinde erkeklere göre %150 'lik bir artış bulmuştur. Bizim çalışmamızda leptin/VKİ değeri, spor yapan iki cinsiyet arasında karşılaştırıldığında %430'luk fark bulunurken, spor yapmayan iki cinsiyet arasında %502'lik fark bulunmuştur. Çalışmalar gösteriyor ki cinsiyete bağlı kan leptin seviyesinde vücut yağ oranı yanında vücut yağ deposunun yeri de etkili olabilir (13). Cinsiyete bağlı leptin farklılığı cinsiyet hormonlarından da etkilenebilir (18). Sonuç olarak yapılan değerlendirmemizde leptin ile cinsiyet arasında kuvvetli bir ilişkinin olduğu ortaya konmuştur. Çalışmamızda leptinin ve leptin/VKİ'nin sporla ilişkisi korelasyon analizi ile belirlenmiştir. Düzenli spor yapan ve hiç spor yapmayan erkek ve kız öğrencilerde serum leptin düzeyi düzenli spor yapma ve serum leptin düzeyi /VKİ-düzenli spor yapma seviyeleri arasında negatif yönde bir ilişki bulunmuştur, leptin düzeyi her iki cinsiyette spor ile azalmaktadır. Çalışmamızda spor yapmanın serum leptin düzeyi ile negatif ilişkisi yağ dokusundaki azalmaya bağlanabilir. Çalışmada, düzenli yapılan sporun yanında kısa süreli yoğun egzersizin serum leptin üzerine etkisi de araştırılmıştır. Kısa süreli yoğun egzersiz serum leptin düzeyini değiştirmemiştir. Bazı çalışma sonuçları da bizim bulgularımızı desteklemektedir (19, 20). Düzenli spor yapan öğrencilerde serum leptin değerlerinin azalması yağ dokusundaki azalmaya bağlanabilir ama yapılan kısa süreli egzersizde yağ dokusu kitle olarak değişmeyeceğinden serum leptin düzeyinin de buna bağlı değişmediği düşüncesindeyiz.

Çalışmanın hedeflerinden birisi de leptin- egzersiz-kan basıncı ilişkisini araştırmaktır. Serum leptin düzeyi ve serum leptin düzeyi /VKİ ile nabız ve DB arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Hayvan modellerinde leptin replasmanının sempatik aktiviteyi artırdığı, arteriyel basınçta önemli artışa neden olduğu bildirilmektedir (21).

Kız ve erkeklerde yoğun egzersizin etkisi ile NO yapımı azalmıştır. Yapılan korelasyon analizinde serum leptin düzeyi ve serum leptin düzeyi /VKİ ile NO yıkım ürünleri arasında önemli bir ilişki bulunmamıştır. EÖ, EHS, ve EYS leptin seviyelerinin değişmemesi, NO seviyelerindeki değişimden leptini sorumlu tutmamızı engellemektedir. NO yapımındaki azalma egzersizden kaynaklanmakta olabilir.

Son olarak leptin ve solunum sistemi arasındaki ilişki spor yapan yapmayan ve kısa süreli egzersiz sırasında incelenmiştir. Yapılan korelasyon analizinde; spor yapan yapmayan erkek ve kız öğrencilerin korelasyon analizinde EHS leptin ile VO_{2max} ve VO_2 değerleri arasında negatif ilişki bulunmuştur. EHS leptin/VKİ ile VO_{2max} , VO_2 , VCO_2 arasında da negatif ilişki bulunmuştur. Bu sonuç göstermektedir ki leptin, obezlerde solunum depresyonunu engellemektedir ama santral sinir sistemi leptin seviyesi ya da aktivitesi azalırsa hipoventilasyon gelişebilir.

Sonuç olarak düzenli spor yapma, serum leptin düzeylerini azaltmakta, muhtemelen serum leptin düzeyinin azalması, dolaşım ve solunum fonksiyonlarını egzersize uyumlu hale getirmektedir.

KAYNAKLAR

1. Zhang W, Telemague-Potts S, Andersan PR, et al. Adenoviral leptin as gene therapy for obesity related hypertension. *Am J Hypertens* 2002, 15: 1A (Özet)
2. Friedmen JM. The function of leptin in nutrition, weight and physiology, *Nutr Rev* 2002, 60: 51-514
3. Tartaglia LA, Dembski M, Weng X, et al. Identification and expression cloning of a leptin receptor OB-R. *Cell* 1995, 83(7): 1263-71
4. Ahima RS, Osei SY. Leptin signaling. *Phys Behav* 2004, 81: 223-241
5. Tartaglia LA. The leptin receptor. *J Biol Chem* 1997, 272: 6093-6096

6. Muraoka O, Xu B, Tsurumaki T, et al. Leptin-induced transactivation of NPY gene promoter mediated by JAK 1, JAK2 and STAT 3 in the neural cell lines. *Neurochem Int* 2003, 42: 591-601
7. Peelman F, Waelput W, Iserentat H, et al. Leptin: linking adipocyte metabolism with cardiovascular and autoimmune disease. *Prog Lipid Res* 2003, 43: 283-301
8. Chua SC, Chung WK, Wu-Peng Xs, et al. Phenotypes of mouse diabetes and rat fatty due to mutations in the OB (leptin) receptor. *Science* 1996, 271: 1994-1996
9. Clement K, Vaisse C, Nahlou N, et al. A mutation in the human leptin receptor gene causes obesity and pituitary dysfunction. *Nature* 1998, 392: 398-401
10. Wu-Peng XS, Chua SC, Okada N, et al. Phenotype of the obese Koletsky(f) rat due to Tyr763Stop mutation in the extracellular domain of the leptin receptor(Lepr): evidence for deficient plasma-to-CSI transport of leptin in both the Zucker and Koletsky obese rat. *Diabetes* 1997, 46: 513-518
11. Correia MLG and Haynes WG. Obesity-related hypertension: Is there a role for selective leptin resistance? *Curr Hypertens Reports* 2004, 6: 230-235
12. Toth MJ, Goran MI, Ades PA, et al. Examination of data normalization procedures for expressing peak VO₂ data. *J Appl Physiol* 1993, 75: 2288
13. Harmelen VV, Reynisdottir S, Ericson P, et al. Leptin secretion from subcutaneous and visceral adipose tissue in women. *Diabetes* 1998, 47: 913
14. O'Donnell CP, Scahaub CD, Haines AS et al. Leptin prevents respiratory depression in obesity. *Am J Rest Crit Care Med* 2000, 159: 1477-1484
15. O'Donnell CP, Tankersley CG, Polotsky VP et al. Leptin, obesity, and respiratory function. *Respir Physiol* 2000, 119, 163-170.
16. Nagy T, Bower G, Trowbridge C, et al. Effects of gender, ethnicity, body composition and fat distribution on serum leptin levels in children. *J Clin Endocrinol Metab* 1997, 82: 2148
17. Arto K, Sandra T. The calcium dependent nitric oxide production of human vascular endothelial cell in preeclamsia. *Am J Obstet. Gynecol* 1996, 174: 1056-1060
18. Miller GD, PhD, Frost R, et al. Relation of plasma leptin concentrations to sex body fat, dietary intake, and peak oxygen uptake in young adult women and men. *Nutrition* 2001, 17: 105-111
19. Clayton P, Gill M, Hall C, et al. Serum leptin through childhood and adolescence. *Clin Endocrinol* 1997, 46: 737
20. Dirlwanger M, Di Vetta V, et al. Effect of moderate physical activity on plasma leptin concentrations in humans. *Eur J Appl Physiol* 1999, 79: 331-335
21. Kraemer RR, Kraemer GR, Acevedo EO, et al. Effects of aerobic exercise on serum leptin levels in obese females. *Eur J Appl Physiol* 1999, 80:154-158
22. Shek EW, Brands MW and Hall JE. Chronic leptin infusion increased arterial pressure. *Hypertension*. 1998, 31: 409-414