

AEROBİK VE ANAEROBİK EGZERSİZ SONRASI İNSÜLİN VE KAN GLİKOZ DEĞERLERİNİN İNCELENMESİ

Cüneyt AYDIN*, Kadir GÖKDEMİR**, İbrahim CİCİOĞLU**

* 100. Yıl Anadolu Meslek ve Meslek Lisesi

** Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, aerobik ve anaerobik egzersiz sonrası insülin ve kan glüköz düzeylerinin incelenmesidir. Çalışmaya bir genç takımında futbol oynayan 18 - 20 yaş arası 9 erkek sporcu denek olarak katılmıştır. Deneklerin yaş ortalamaları 18.89 ± 0.93 yıl, boy ortalamaları 175.56 ± 5.73 cm ve vücut ağırlıkları ortalaması ise 64.44 ± 3.16 kg'dır. Astgind - Ryming nomogramına göre deneklerin maksimum oksijen tüketimleri belirlenmiştir. Anaerobik egzersiz olarak, deneklerin maksimum oksijen tüketim değerleri baz alınarak maksimum iş yükünde bisiklet ergometresinde 60 dakika devir sayısında (devir / dakika) yorulana kadar egzersize devam etmişlerdir. Aerobik egzersiz olarak ise deneklerin bireysel maksimum oksijen tüketimi değerlerinin % 70'i ile 30 dakika, 60 dakika devir sayısında bisiklet ergometresinde yapılmıştır. Aerobik ve anaerobik egzersizlerin başında deneklerden alınan kan örnekleri ile egzersiz öncesi ve sonrası insülin ve kan glüköz seviyeleri belirlenmiştir. Ölçümlerin istatistiksel analizi deneklerden elde edilen bulgulara bir non-parametrik test uygulanarak yapılmıştır. Çalışma sonunda aerobik egzersizdeki insülin ve kan glüköz düzeyi egzersiz öncesi ve sonrası değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar gözlenmiştir. Anaerobik egzersizde de kan glüköz seviyesinde egzersiz sonrasında anlamlı artış görülürken, insülin seviyesinde egzersiz sonrası önemli düşme tespit edilmiştir ($P < 0.01$). Her iki egzersiz karşılaştırıldığında egzersiz sonrası insülin seviyesi, aerobik egzersizde anaerobik egzersize göre daha anlamlı bir derecede düşerken ($P < 0.01$), kan glüköz seviyesindeki artış farkı anlamlı görülmemiştir. ($P > 0.05$).

Anahtar Kelimeler: *İnsülin hormonu, kan şekeri, aerobik egzersiz, anaerobik egzersiz.*

ASSESSMENT OF INSULIN AND BLOOD GLUCOSE LEVEL AFTER AEROBIC AND ANAEROBIC EXERCISE

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the level of insulin and blood glucose response during aerobic and anaerobic exercise. 9 male football players were used as subject. Their average age was 18.89 ± 0.93 years, height was

Egzersiz, İnsülin ve Kan Glikoz Değerleri

175.56 ± 5.73 cm and weight was 64.44 ± 3.16 kg. As anaerobic exercise, was performed at individual maximal oxygen uptake level till exhaustion at 60 rpm. As aerobic exercise the subject cycled with them individual 70 % of max $\dot{V}O_2$ for 30 min at a rate of 60 rpm on bicycle ergometer. The level of insulin and blood glucose level of subjects were measured before and after exercises by means of blood tests. The statistical analysis of the measurements were done by means of non-parametric test. The results showed that there were remarkable statistical differences in terms of insulin and blood glucose levels before and after the exercises. Although there was significant increase in blood glucose level after anaerobic exercise ($P < 0.05$), there was a significant decrease in insulin level after anaerobic exercise ($P < 0.01$). Comparing both exercise showed that decrease in the post exercise insulin level was more significant in aerobic exercise than anaerobic exercise ($P < 0.01$). The difference in the increase of blood glucose level was not significant ($P > 0.05$).

Key Words : *Insulin hormone, blood glucose, aerobic exercise, anaerobic exercise*

GİRİŞ

İnsan organizmasının enerji kullanımı fiziksel aktivitelerle önemli ölçüde artar. Aktif kaslarda kullanılan enerji ile bu enerjinin depolardan kana geçmesini sağlayan metabolik olaylar arasında optimal bir ilişki vardır (Rottini, 1971).

Egzersiz esnasında kullanılan belli başlı enerji kaynakları, lipid ve karbonhidratlardır. Kaslarda depo olarak bulunan glikojen ve lipid sınırlıdır. Bu durumda kaslara gerekli enerji verici maddelerin dışından kan yoluyla alınması gerekir, egzersiz süre ve şiddetine göre de bu ihtiyaç artar. Serbest yağ asitleri yağ depolarından lipolize uğrayarak kana geçer. Glikoz ise kana karaciğerden glikojenoliz veya glukoneogenesis yolları ile temin edilir. Böylece kasların artan enerji ihtiyacı karşılanmış olur (Akgün, 1989).

Yukarıda da izah edildiği gibi kaslarda kullanılan enerji ve bu enerjinin depolardan kana geçmesini sağlayan metabolik olayların düzenlenmesinde, endokrin (hormonal) sistem oldukça önemli bir yer tutar. İnsülin ve glukagon hormonlarını bunların en önemlileri olarak gösterebiliriz. Bu hormonlar en önemli enerji kaynağı olan glikoz ve yağ asitlerinin aktif kaslar tarafından kullanım hızı ile bu enerji kaynaklarının karaciğer ve yağ depolarından mobilizasyon hızını düzenler (Hartley, 1972).

İnsülin hormonu karaciğerden glikozun kana verilmesini engeller ve karaciğerde depolanmasını hızlandırır. Kontra insülinler sistem hormonları ise bu olayların aksini yapar. Glukagon, kortizol ve GH (Growth Hormone) hormonları gibi (Gökhan, 1986; Guyton 1974; Noyan 1993). İnsülinin temel mekanizması glikozun hücre membranına girişini artırmaktır. Glikozun basit difüzyonla hücre duvarlarından geçebilmesi için gerekli büyüklükteki porların mevcut olmaması nedeniyle glikoz bir kimyasal taşıyıcıyla bağlanarak kolaylaştırılmış difüzyon ile taşınır. Egzersizin şiddeti ve süresine göre insülin seviyesi ile kan glikoz düzeyi farklılık göstermektedir (Ben Ezra ve ark., 1995; Guyton, 1989; Tiryaki 1992).

Bütün bu bilgiler ışığında yapılan bu çalışmanın amacı, iki farklı egzersiz tipi olan aerobik ve anaerobik egzersizin kandaki insülin hormon seviyesi ve kan glikoz (kan şekeri) düzeyinin antrenman öncesi ve sonrası değerlerinin belirlenerek farklılıkların ortaya çıkarılmasıdır.

YÖNTEM

Denekler:

Araştırmaya bir genç takımında futbol oynayan 9 erkek sporcu denek olarak katılmışlardır. Deneklerin yaş, boy ve vücut ağırlığı ortalamaları; 18.89 ± 0.93 yıl, 175.56 ± 5.73 cm ve 64.44 ± 3.16 kg olarak belirlenmiştir. Deneklerin diyabet hastası olmadıkları kan testleri ile daha önce tesbit edilmiştir. Araştırma Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu Sporcu Performansı laboratuvarlarında sabah 09 : 00 – 11 : 00 saatleri arasında yapılmıştır. Testler oda sıcaklığında, denekler şort ve tişört giymiş şekilde bisiklet ergometresi (Monark Ergo 814 F, Monark, Varberg. İsveç) ve kalp atım sayılarını belirlemek amacıyla PT – 180 marka telemetrik kalp atım hızı monitörü kullanılarak yapılmıştır.

Test Protokolü:

Maksimal Oksijen Tüketiminin Hesaplanması

Deneklerin maksimum oksijen tüketim değerleri Astrand Rhyminğ testi ile belirlenmiştir (Astrand, 1977). Bu çalışmada belirlenen yük bisiklet ergometresinin özelliğinden dolayı kilopaund olarak alınmış ve daha sonra watt'a çevrilmiştir. Elde edilen bu yük ve kalp atım hızından yararlanılarak nomogram'dan deneğin maksimum oksijen tüketim değeri lt / dk olarak tesbit edilmiştir.

Egzersiz Modeli :

Çalışmada uygulanan egzersiz modelleri, önce anaerobik egzersiz daha sonra aerobik egzersiz olmak üzere aynı deneklere bir hafta ara ile yaptırılmıştır.

Anaerobik Egzersiz Modeli :

Relatif egzersiz yüklemesinin şiddeti hesaplanırken önce maksimum oksijen tüketimi belirlenmiş ve bireyin maksimum kalp atım hızı " $220 - \text{yaş}$ " formülünden hesaplanmıştır. Sonra bireyin submaksimal yükte steady state'e eriştiği kalp atım hızı ve steady state'e eriştiği yük verilerinden doğru orantı ile maksimum kalp atım hızına erişebileceği yük bulunmuştur. İşte bu yük kişinin maksimal relatif egzersiz şiddetidir. Yapılacak çalışmada maksimal yükün hangi yüzdesi ile çalışılacağı ise yine doğru orantı ile hesaplanmıştır. Örneğin; 20 yaşında bir sporcu, 150 watt yükte, 150 kalp atım hızı ile steady state'e eriştiği kabul edilirse, bu sporcunun % 100'lük iş yükü şöyle hesaplanmıştır.

$$\text{Maks. Kalp Atım Hızı} = 220 - 20 = 200 \text{ atım/dk}$$

$$150 \text{ watt yükte} \quad 150 \text{ atım / dk ise}$$

X

$$X \text{ watt yükte ise} \quad 200 \text{ atım / dk' dir}$$

$$X = 200 \times 150 = 200 \text{ watt}$$

$$150$$

Egzersiz, İnsülin ve Kan Glikoz Değerleri

Daha sonra watt'ı kilopaunt'a çevirme işlemi yapılmıştır. 1 kilopaunt (kp) 60 watt'a eşit olduğuna göre $200 \text{ watt} / 60 = 33.3 \text{ kp'dir}$. Bu sonuç sporcunun maksimal iş yükünü vermektedir. (A.C.S.M. 1989; Drix, 1988; Tamer, 1995). Araştırmaya katılan denekler, çalışma yükleri yukarıda belirtilen protokole göre belirlendikten sonra belirlenen yükte bisiklet ergometresinde yorulana kadar pedal çevirmişlerdir.

Aerobik Egzersiz Modeli

Denekler daha önce belirlenen maksimal oksijen tüketim değerlerinin % 70'i ile 60 devir / dk hızla 30 dk süreyle bisiklet ergometresinde çalışmışlardır. Deneklerin kalp atım hızları ve uygulanacak yük, deneklerin maksimal oksijen tüketim seviyesine (Steady State) ulaştıkları kalp atım hızlarının ve yükün % 70'lerinin belirlenmesi kaydıyla uygulanmıştır (Gökhan, 1986; Hargreaves, 1985; Odabaş, 1991).

Kan Testleri :

Kan Alımı : Denekler anaerobik aerobik egzersizlere başlamadan önce 10 – 12 saat aç kalmışlar ve sabah çalışmaya başlamadan önce ve çalışmayı bitirdikten hemen sonra deneklerin ön kolundan 2ml kan alabilen heparinli enjektörlere venöz kan alınmıştır.

İnsülin Ölçümü : Alınan kan örneklerinde insülin ölçümü KSB Mini Gamma, Otomatik gamma Counter ile yapılmıştır.

Kan Glikoz Ölçümü :

Deneklerden alınan kan santrifüj edilerek serum haline getirildikten sonra Spektrofotometre esasına göre okuma yöntemi ile COBAS MIRA (ROCHE) marka cihazda kan glukoz değerleri belirlenmiştir.

İstatistiksel Analiz :

Denek sayısı 9 olduğundan elde edilen bulgular non-parametrik bir test olan Wilcoxon Matched Pairs Signed-Ranks testi uygulanarak yapılmıştır.

BULGULAR

Tablo 1: Egzersiz Öncesi ve Sonrası Kan Glukoz ve İnsülin Seviyelerinin Karşılaştırılması

	Aerobik Egzersiz			Anaerobik Egzersiz		
	Egzersiz Öncesi	Egzersiz Sonrası	Z Değeri	Egzersiz Öncesi	Egzersiz Sonrası	Z Değeri
Kan glukozu (mg / dl)	82.56 ± 6.87	89.56 ± 7.23	- 2.6656**	82.00 ± 8.34	85.22 ± 7.93	- 2.5205*
İnsülin (uIU / ml)	7.72 ± 3.13	4.42 ± 1.39	- 2.6656**	8.59 ± 2.15	7.25 ± 1.73	- 2.6656**

* P < 0.01

** P < 0.05

Yapılan ölçümler sonucunda deneklerin kan glikoz seviyeleri aerobik egzersiz sonrası artarken ($P < 0.01$), anaerobik egzersiz sonrasında düşmüştür ($P < 0.05$). İnsülin seviyesi ise her iki tip egzersiz sonunda da düşmüştür ($P < 0.05$).

Tablo 2: Aerobik ve Anaerobik Egzersizlerde Kan Glukoz ve İnsülin Seviyelerinin Egzersiz Öncesi ve Sonrası Değerlerinin Karşılaştırılması

	Aerobik Egzersiz			Anaerobik Egzersiz		
	Egzersiz Öncesi	Egzersiz Sonrası	Z Değeri	Egzersiz Öncesi	Egzersiz Sonrası	Z Değeri
Kan Glukozu (mg / dl)	82.56 ± 6.87	82.00 ± 8.34	- 0.2655	89.56 ± 7.23	85.22 ± 7.93	- 1.1933
İnsülin (uIU / ml)	7.72 ± 3.12	8.59 ± 2.15	- 1.1921	4.42 ± 1.39	7.25 ± 1.73	- 2.7815**

** $P < 0.01$

Tablo 2'de egzersiz öncesinde ki kan glukoz ve insülin seviyelerinde önemli bir fark görülmezken, her iki egzersiz türünün egzersiz sonrası insülin seviyeleri arasında anlamlı fark belirlenmiştir ($P < 0.001$).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan bu çalışmanın amacı aerobik ve anaerobik egzersizdeki insülin ve kan glikoz düzeylerinin incelenmesidir. Aerobik egzersizde deneklerin egzersiz öncesi 7.72 ± 3.13 uIU / ml olan insülin hormon seviyesi, egzersiz sonucunda 4.42 ± 1.39 uIU / ml'ye düştü ve bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($P < 0.01$). Kan şekeri değeri ise insülinin aksine egzersiz öncesi 82.56 ± 6.87 mg / dl iken egzersiz sonrası 89.56 ± 7.23 mg /dl'ye yükseldi ($P < 0.01$).

Lesser (1996) 5 normal, 6 şeker hastası üzerinde deneklerinin maksimum oksijen tüketimlerinin % 40'ı ile 30 dakika süre ile yapılan egzersiz sonucunda her iki grubun plazma insülin seviyelerinde herhangi bir değişiklik belirtilmemiştir. Jürimae ve arkadaşları (1990), 15 antrenmansız denek 30 sn çalışma, 30 sn dinlenme şeklinde 30 dk çalıştırılmıştır. % 70 oranında yüklenmeli on değişik hareketten oluşan çalışmadan önce, hemen sonra ve 1, 6, 24 saat sonra kan örnekleri alınarak plazmadaki hormon seviyeleri ölçülmüş ve insülin seviyesinde anlamlı bir değişiklik olmadığı belirtilmiştir. Pruett (1970), yaptığı çalışmada kan glikoz konsantrasyonu egzersizin ilk 10 dakikasında az bir düşüş göstermiş fakat 10 dakikadan fazla süren egzersizin bitiminde başlangıçtaki seviyenin üzerine çıkmıştır. Fakat plazma insülin konsantrasyonu devamlı olarak düşüş göstermiştir. Bu düşüş büyük bir ihtimalle pankreasta-

Egzersiz, İnsülin ve Kan Glikoz Değerleri

ki B hücrelerinin inhibe olması ve insülinin fazla kullanılması veya yıkımından dolayı oluşabilir. Cochran (1985), yaptığı araştırmada egzersiz Max VO₂'nin % 20'si şiddetinde yapıldığında plazma insülin konsantrasyonunda düşüş sadece yağdan zengin diyet grubunda görülmüş, normal ve karbonhidrattan zengin diyetle önemli bir değişiklik görülmemiştir. Eğer egzersiz şiddeti maksimum oksijen tüketiminin % 50 veya % 70 'inde ise bütün diyetlerde insülin seviyesinde ancak 100 – 200 dakikalık egzersizler sonunda önemli düşüş görülmüştür. Buna paralel olarak Michel (1994), egzersiz şiddeti maksimum oksijen tüketiminin % 69 'unun üzerinde ise insülinin bağlama kapasitesinde düşüş olduğunu belirtmiştir.

Araştırmalar, uzun süreli egzersizlerde insülin konsantrasyonunda önce bir yükselme daha sonra normale doğru bir düşüş tespit edilmiştir. Kandaki glikoz ve insülin konsantrasyonu arasındaki ilişki iyi bilinmektedir. Bu nedenle egzersizin başlangıcındaki insülin salgılanmasındaki artış egzersizin başındaki kan glikoz seviyesinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır şeklinde açıklanmıştır (Cochran 1985).

Çalışmada yapılan anaerobik egzersiz sonucunda deneklerin egzersiz öncesi insülin seviyeleri 8.59 ± 2.15 ulU / ml iken egzersiz sonunda 7.25 ± 1.73 ulU / ml 'ye düşmüştür. Bu azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P < 0.01$). Kan şekeri değeri ise insülinin aksine egzersiz öncesi 82.00 ± 8.34 mg / dl iken egzersiz sonrası 85.22 ± 7.93 mg / dl' ye yükselmiştir ($P < 0.05$).

Turgut (1991) sprinter ve mesafeciler üzerinde yaptığı çalışmada maksimum oksijen tüketiminin % 100 'ü ile bisiklet ergometresinde yapılan aerobik egzersiz öncesi ve sonrası insülin seviyesinin sprinterlerde 36.7 mlu / ml'den 24.7 mlu / ml'ye; mesafecilerde ise 30.65 mlu / ml'den 60.7 mlu / ml'ye kadar düştüğünü tespit etmiştir. Aldercreutz (1976) erkek deneklere 900 m'yi 300 m'lik 3 tane maksimal sprint şeklinde koşturmuştur. Denekler birinci 300 m ile ikinci 300 m arasında 5 dakika dinlenmişler, ikinci 300 m ile üçüncü 300 m arasında ise 3 dakika dinlenmişlerdir. Belirtilen çalışmada uzun süreli egzersizler esnasında görülen kan glikoz seviyesindeki azalmanın aksine kan glikoz ve insülin seviyelerinde yaklaşık iki kat artış olmuştur. Plazma insülin seviyesinde olan bu artış büyük bir ihtimalle kan glikoz seviyesinde olan artıştan dolayı olduğu iddia edilmektedir. Kas glikojen miktarında fazla bir düşüş olmadan kas glikoz seviyesinde büyük bir artış kaydedilmiştir. Bu nedenle büyük bir ihtimalle kas hücreleri glikozu, kanda yüksek miktarda bulunan insülinin de yardımı ile glikozu sirküle eden kandan elde etmiş olabilir.

Yüksek şiddetteki egzersiz sırasında glikoz oksidasyonu hızla artarken kas glikojen depoları da hızla tükenmektedir. Dolaşımdan glikoz alımı da artmaktadır. Eğer karaciğer glikojen depoları yeterli ise karaciğer glikoz yapımı ile periferik kullanım arasında denge kurulur ve kan şekeri normal sınırlarda tutulmaya çalışılır (Yılmaz, 1994).

Yapılan çalışmada aerobik ve anaerobik egzersiz öncesinde ve sonrasında alınan kandaki insülin hormonu ve kan şekeri seviyeleri karşılaştırıldığında aerobik egzersiz öncesi kan şekeri seviyesi 82.56 ± 6.87 mg/dl iken anaerobik egzersiz öncesi kan şekeri seviyesi 82.00 ± 8.34 mg/dl olarak tespit edilmiş ve bu sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır

($P > 0.05$). Aerobik egzersiz sonrasında ise kan şekeri seviyesi 89.56 ± 7.23 mg/dl iken anaerobik egzersiz sonrası 85.22 ± 7.22 mg/dl olarak belirlendi ve bu sonuçlar karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($P > 0.05$). Aerobik egzersiz öncesi insülin hormonu seviyesi 7.72 ± 3.12 uIU/ml iken anaerobik egzersiz öncesinde bu değer 8.59 ± 2.15 uIU / ml olarak belirlenirken aradaki fark yine istatistiksel olarak anlamlı değildir ($P > 0.05$). Bütün bu sonuçların aksine aerobik egzersiz sonrası insülin seviyesi 4.42 ± 1.39 uIU / ml iken bu değer anaerobik egzersiz sonunda 7.25 ± 1.73 uIU/ml'dir ve bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P < 0.01$).

Egzersiz esnasında kanda insülin azalırken glikoz seviyesi yüksek kalır. Bu plazma insülin düzeyi ile glikoz düzeyi arasında bildiğimiz müspet ilişkinin dışında bir ilişkidir. Egzersizde kan glikozu azalmaz, ya aynı düzeyde kalır ya da çok defa yükselir. Şu halde egzersizde kanda insülin azalmasının nedeni, kanda glikoz azalması değildir. Kanda insülin azalmasının nedeni insülin sekresyonundaki azalmadır. Bu da alfaadrenerjik simülasyona bağlıdır. Beklenenin aksine insülinin kanda azalışı dokuların glikoz alımını muhakkak azaltmaz. Egzersizin bizzat kendisi kasların glikoz artırır ve bunun sonucu olarak çalışan kasta glikoz oksidasyonunu artırır. Egzersiz esnasında görülen insülinde azalma, glukagonda artma gibi değişiklikler bir antrenman periyodundan sonra antrene kimselerde çok azdır. Hatta kaybolabilir ve istirahat değeri civarında kalır. Bu durum antrenmanlardan sonra muayyen bir eforun gerektirdiği glikozun daha az olduğunu ifade eder (Akgün, 1989).

Egzersiz sırasında kandaki glikoz düzeyi değiştiğinden insülin salgılanmasında da değişimler olur. Pankreasın diğer hormonu glukagon egzersizle birlikte artarak insülini azaltır. Böylece glukagon glisemi düzeyini arttırmaya çalışır. Ayrıca glikoneogenesis vasıtasıyla alternatif bir glikoz kaynağı görevi görür (Kalyon, 1994). Ağır egzersizler sırasında antrene kişiler karbonhidrat yerine enerji kaynağı olarak yağları kullanırlar ve bu şekilde insüline ihtiyaç azalmış olur. Sonuçta, sportif aktiviteler insülinin etkinliğini arttırırlar. İnsülin glikozun kullanılmasını arttıran bir hormondur. Egzersiz insülini baskı altına alır, böylelikle glikozu daha az kullanmaya organizmayı yönlendirir (Galbo, 1983).

Sonuç olarak aerobik ve anaerobik egzersizlerde egzersiz sonrası kan şekeri seviyeleri yükselirken insülin hormonu seviyelerinde düşüş olmaktadır. İnsülin seviyesindeki düşüş aerobik egzersizlerde anaerobik egzersiz sonrasına göre daha fazla olmaktadır. İnsülin seviyesindeki düşüş aerobik egzersizde anaerobik egzersiz sonrasına göre daha fazla olmaktadır. Anaerobik egzersizler sonucunda oluşan asidozisin insülin reseptöre bağlama kapasitesini düşürdüğü, bu nedenle de kan glikozunun kas hücrelerine girişini engellediği ve anaerobik egzersizin uzun süre devam etmesine neden olduğu düşünülmektedir (Nacamuro 1992). Anaerobik egzersiz sonucunda yeteri kadar insülin hormonu ve kan glikozu olmasına rağmen yuvarakda izah ettiğimiz nedenlerden dolayı anaerobik egzersizin uzun sürmediği diğer metabolik faktörlerin yanında bir neden olarak düşünülebilir.

KAYNAKLAR

- Adlercreutz, H., Hakönm, M., Kouppasalmi, K., et al (1976). Physical activity and hormones. **Advanced Cardiol.** 18: 144 – 157.
- Akgün, N. (1989). **Egzersiz Fizyolojisi**. Başbakanlık Gençlik ve Spor Genel Müdürlüğü, 3. Baskı, 1. Cilt, Yayın No: 75, s. 87 – 105.
- American College of Sports Medicine (1989). **Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Fitness in Healthy Adults**. Philadelphia: Lea and Febiger Co., pp. 18 – 22.
- Astrand, P.O., Rodahl, K. (1977). **Textbook of Work Physiology**. Third Ed. New York: Mc Grow Hill Co. 20, 273 – 312, 340 – 404,.
- Ben Ezra, V., Wankowski, C., Kendrick, K., Nichols, D. (1995). Effect of intensity and energy expenditure post exercise insulin responses in women. **J. Appl. Physiol.**, 79 (6): 2029 – 34 Dec.
- Cochran, B., Marbach, E.P., Poucher, R., et al (1985). Effects of exercise on insulin binding to human muscle. **Am. J. Physiol.** pp. 248: E 403 – E 408.
- Dirix, A.K., Knuttgen, H.G., Tittel, K. (1988). **The Olympic Book of Sports Medicine**. Germany. pp. 334 – 554 - 559,
- Galbo, H. (1983). **Hormonal and Metabolic Adaptations to Exercise**. New York: Thieme Statton Inc,
- Gökhan, N., Çavuşoğlu, H., Kayserioğlu, A. (1986). **İnsan Fizyolojisi II**, İzmir: Filiz Kitabevi, s. 116 – 119.
- Guyton, A.C., M.D. (1989). **Tıbbi Fizyoloji**. (7. Baskı) Çev. Gökhan Nuran, Çavuşoğlu Hayrünisa, Cilt 2, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi: s. 1332, 1347, 1161, 1175, 1460, 1464
- Hargreaves, M., McConnel, C., Proietta, J. (1985). Influence of muscle glycogen on glycogenolysis and glucose uptake during exercise in humans. **A. Appl. Physiol.**, Jan.78 (1): 288 –92.
- Hartley, H.L., Mason, J.W., Hogan, R.P. et al (1972). Multiple hormonal responses to graded exercise in relation to physical training. **J. Appl. Physiol.** 33 (57): 602 – 606.
- Jürimae, T., Karelson, K., Smirnova, T., Viru, A. (1990). The Effect of a single - circuit weight – training session on the blood biochemistry of untrained university students. **European Journal of Applied Physiology**, 61: 344 – 348.
- Kalyon, T.A. (1994). **Spor Hekimliği (Sporcu Sağlığı ve Spor Sakatlıkları)**. 2. Baskı, Ankara: GATA Basımevi, s. 36 – 45, 92 – 106.
- Lesser, K.B., Grupposo, P.A., Terry, R.B., Carpenter, M.W. (1996). Exercise fails to improve postprandialglysemic excursion in women with gestational diabets. **J. Matern. Fetal Med.** 5 (4): 211 – 7.
- Michel, G., Voce, T., Fiehn, W., et al (1994). Bidirectional alteration of insulin receptör affinity by different forms of physical exercise. **Am. J Physiol.** 246, E153 – E159.
- Nacamuro, M., Hoh, H., Ikeda, C., Yanagisava, E., Miyazava, Y., Hategai, F., Iwadere, M. (1992). The efficacy of aerobic exercise therapy on hypertensive patients with mild cardiac complication. **Ann. Acad. Med.** Singapore, 36 – 41 Jan.
- Noyan, A. (1993). **Fizyoloji Ders Kitabı**, 8. Baskı, s. 238 – 243, 923 – 935, 1048 – 1066.

- Odabaş, İ., Sarpyener, K., Korgan, Ü., Büyükdevrim, S., Muratlı, S. (1991): Tip I diabetli hastaların akut aerobik egzersize cevapları. **Spor Hekimliği Dergisi**. Cilt 26, Sayı 3, s. 93 – 98.
- Pruett, E.D.R. (1970). Plasma insulin concentrations during prolonged work at near maximal oxygen uptake. **J. Appl. Physiol.** 29 (2): 155 – 158.
- Rottini, E., Cozzolino, G., Dominici, G et al (1971). Physical activity and blood insulin, sugar and nefa values in normal, untrained subject. **J. Sports Med.** 11 (1): 1-5.
- Tamer, K. (1995). Sporda Fiziksel – Fizyolojik Ölçümler ve Değerlendirilmesi, Ankara: Türkerler Kitabevi, s. 105 – 111.
- Tiryaki, G. (1992). Egzersiz ve insülin hormonu aktivitesi. II. **Yüksek İrtifa ve Spor Bilimleri Kongresi Bildirileri**, Kayseri.s. 47 – 57,
- Turgut, A. (1991). Maksimal Egzersize Hormonal ve Metabolik Cevap, Yayımlanmamış Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Yılmaz, C. (1994). Diabet ve egzersiz. **Spor Hekimliği Dergisi**, Cilt 29 (4), s. 143 – 158.