

ANTRENMAN ADAPTASYONLARI: METABOLİK DEĞİŞİKLİKLER VE FİZİKSEL PERFORMANS

Düzenli yapılan egzersizler, yapılan antrenmanın aerobik veya anaerobik oluşuna bağlı olarak birçok metabolik ve morfolojik değişikliklere sebep olur.

Örneğin aerobik çalışmalar, dolaşım sistemini ve kasların ATP üretebilme kapasitesini geliştirir. Anaerobik çalışmalar ise kas gücünün ve asit-baz dengesinde oluşabilecek bozulmalara karşı organizmanın toleransının artmasını sağlar.

Aerobik Antrenman Sonucu Kasta Oluşan Adaptasyonlar

Aerobik antrenman ile görülen performans artışı antrenmana olan çok sayıda adaptasyonun sonucudur. Bu adaptasyonlar; kasta, enerji sistemlerinde, solunum ve dolaşım sistemlerinde değişiklikler yaratır. Örneğin kas liflerinin sürekli uyarılması sonucu aşağıdaki değişiklikler görülür;

Miyoglobin (Mg) miktarında değişiklik: Kas lifine gelen O_2 'ye bağlanan miyoglobinin, içeriğinde demir bulunur ve O_2 'yi hücre membranından alıp kullanıldığı yer olan mitokondriye getirir. Mg O_2 'yi depolar ve gerekli olduğunda serbest bırakır.

Aerobik Antrenman Sonucu

Kasta Oluşan Adaptasyonlar

Depolanan bu O_2 özellikle egzersize başlama anında kullanılır. Çünkü kardiovasküler sistem egzersize başladığında mitokondriye O_2 sağlamada gecikir.

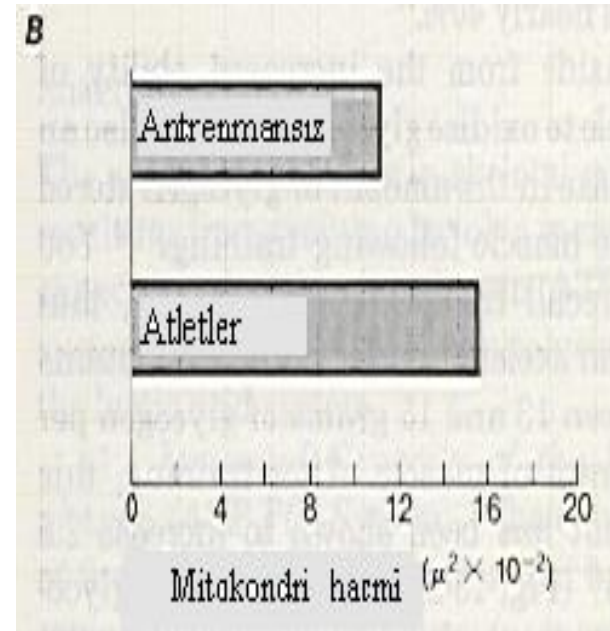
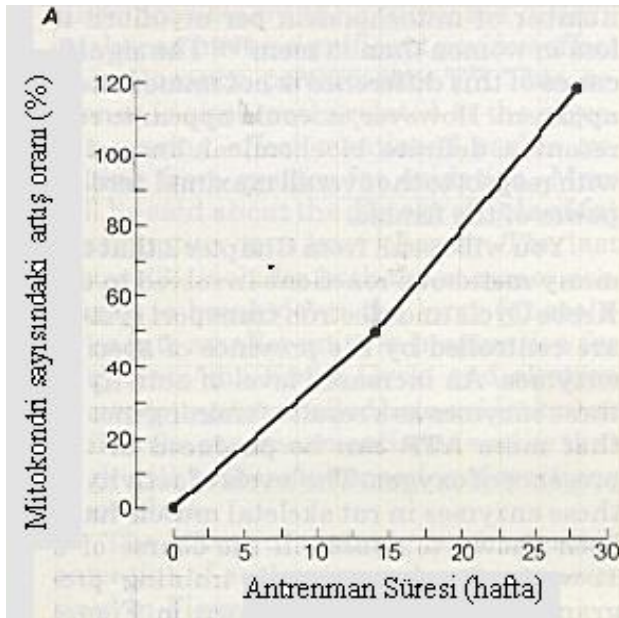
ST'lerde Mg miktarı fazladır. Mg, O_2 ile bağlanınca kırmızı renk alan bir pigment olduğundan bu kaslara kırmızı rengini verir. FT'lerin ise Mg miktarı azdır ve bu nedenle renkleri de beyazdır. FT'lerin yine Mg azlığından dolayı aerobik dayanıklılıkları da iyi değildir.

Hayvan deneylerinden elde edilen sonuçlara göre aerobik antrenmanlarla iskelet kasının Mg içeriği %75-80 oranında artırılabilir. Bu artış sadece antrenmana aktif olarak katılan kaslarda oluşur ve antrenman sıklığıyla doğru orantılıdır.

Aerobik Antrenman Sonucu

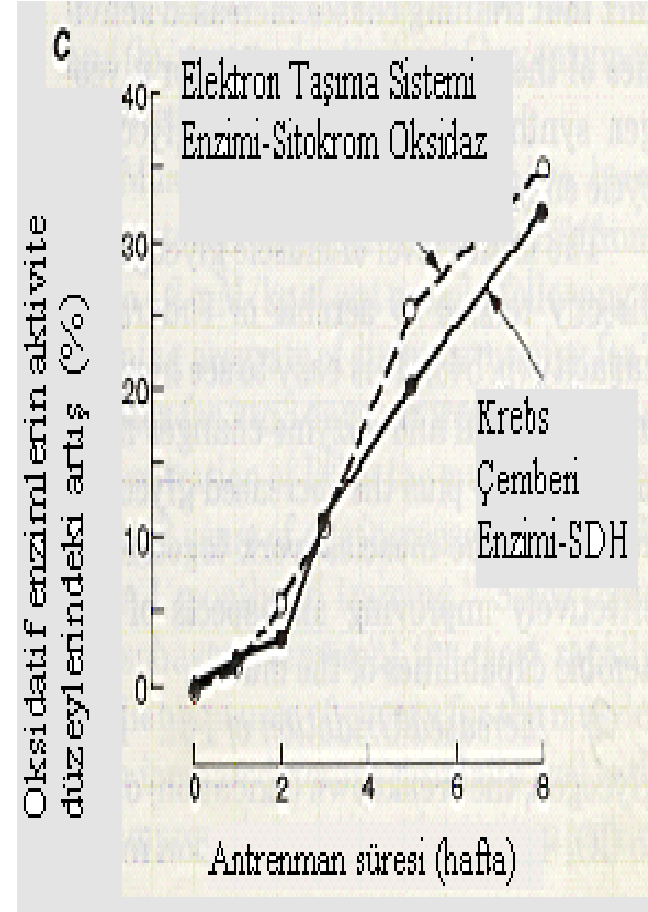
Kasta Oluşan Adaptasyonlar

Mitokondri fonksiyonundaki değişiklikler: Aerobik antrenmanlar, kas liflerinin ATP üretim kapasitesini artıran mitokondrial değişikliklere neden olur. O₂ kullanma ve ATP üretme becerisi, kasta bulunan mitokondrilerin sayısı, hacimleri ve membran yüzey alanlarındaki artışla ilgilidir.



Aerobik Antrenman Sonucu Kasta Oluşan Adaptasyonlar

Dayanıklılık antrenmanlarıyla, aerobik enerji sisteminin farklı aşamalarında rol oynayan enzimlerin miktarlarında ve aktivite düzeylerinde artış görülür. Bunun sonucunda, iskelet kasındaki mitokondrilerin oksidatif fosforilasyonla aerobik olarak ATP üretme kapasiteleri artar.



Aerobik Antrenman Sonucu

Kasta Oluşan Adaptasyonlar

Fareler ile yapılan bir çalışmada, 27 haftalık dayanıklılık antrenmanı sonucunda mitokondri sayısında yaklaşık %15 ve mitokondri hacminde %35'lik bir büyüme görülmüştür.

Oksidatif enzimlerde oluşan değişiklikler:
Aerobik antrenmanlar sonucu; mitokondri sayısı, hacmi ve ATP üretme kapasitesindeki artışlar sonucunda, oksidatif enzimlerin aktivitesinde de artış görülür. Bu enzimlerin aktivitesindeki artış da VO_2 max'de gelişmeye neden olur.

Aerobik Antrenman Sonucu

Kasta Oluşan Adaptasyonlar

Kas lif tipinde görülen değişiklikler: Kas liflerinin tümü aerobik ve anaerobik özellikler göstermesine rağmen, biyokimyasal özellikleri nedeniyle bazı lifler daha iyi aerobik veya anaerobik performansa sahiptir. Aerobik özelliği yüksek kas liflerine Tip1 ve anaerobik özellikleri gelişmiş kas liflerine de Tip2 denir. Tip1 (ST) ve Tip2 (FT) liflerinin antrenmana adaptasyonları farklıdır.

Antrenmanla Tip1 ve Tip2 liflerinde seçici hipertrofi oluşur. Aerobik antrenmanlar ST'lerde FT'lere oranla %7-22 oranında daha fazla büyümeye neden olmaktadır. Sürat koşucuları, gülle ve disk atıcılarında ise Tip2 lifler daha fazla bir hacme sahiptir.

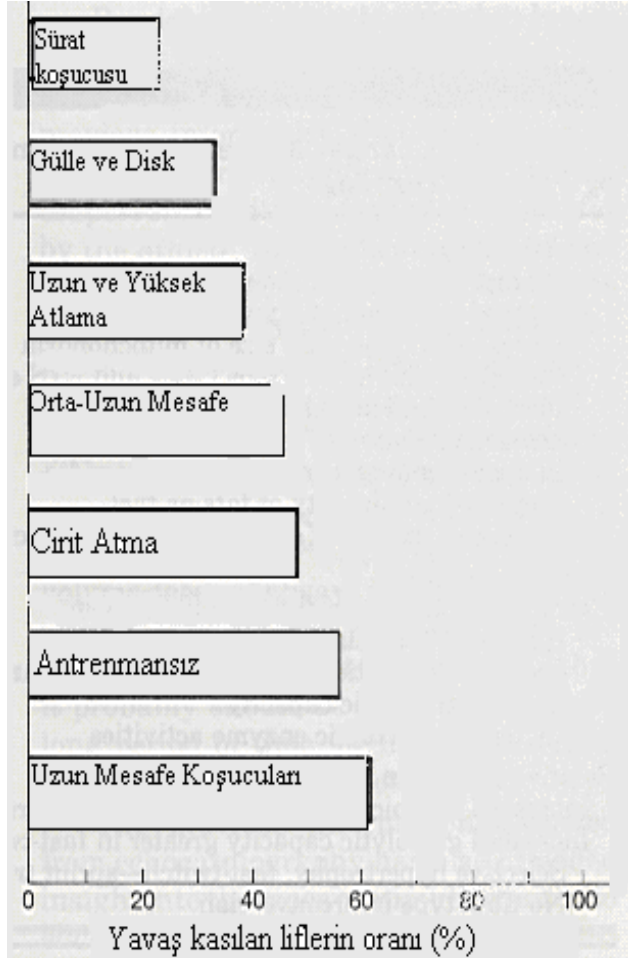
Aerobik Antrenman Sonucu Kasta Oluşan Adaptasyonlar

Ancak kas lifi tiplerinin oksidatif kapasiteleri antrenman ile değişmemektedir. ST'lerin aerobik kapasiteleri FT'lerden her zaman daha yüksektir.

Antrenmanla, FTa'ların (hızlı-glikolitik) FTb'lere (hızlı-oksidatif-glikolitik) dönüştüğü kanıtlanmıştır. Ancak Tip1'in Tip2'ye dönüşümünü kanıtlayan bir sonuca ulaşılmamıştır.

Antrenmanlar sonucunda Tip1 ve Tip2'lerin oranlarında da büyük değişiklikler olmamaktadır. Liflerin sayısı ve oranı genetik olarak belirlenmektedir. Bu bilgi, 'sporcu olunmaz, sporcu doğulur' tezini doğrulamaktadır.

Aerobik Antrenman Sonucu Kasta Oluşan Adaptasyonlar



Yanda, farklı sporlar yapan kişilerin ve antrenmansız bireylerin sahip oldukları Tip2 (ST-yavaş kasılan) liflerinin oranları görülmektedir.

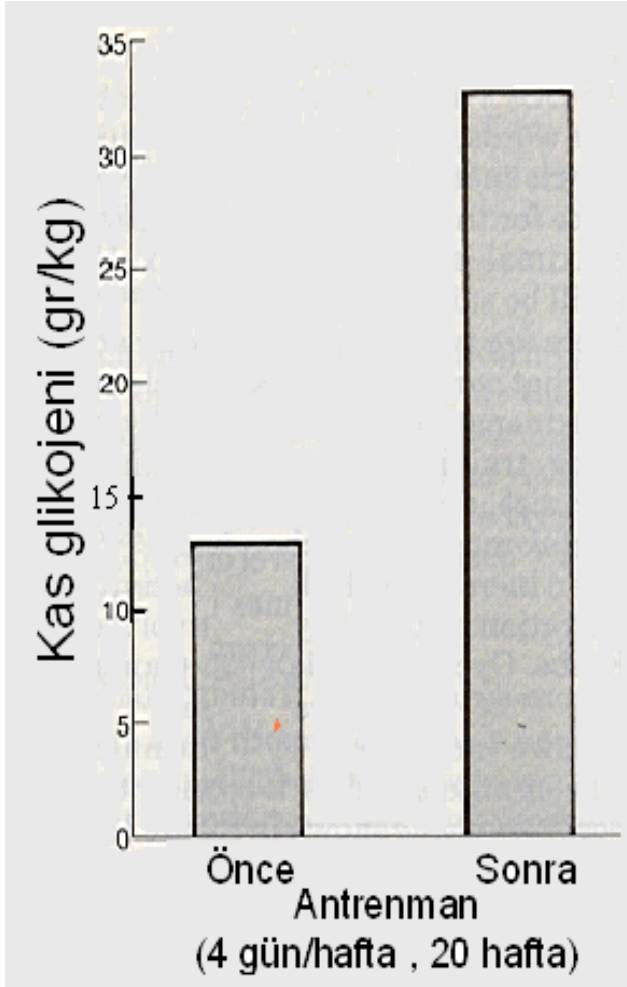
Aerobik Antrenman Sonucu Kasta Oluşan Adaptasyonlar

Kapiller damarlarda görülen değişiklikler:
Uzun dayanıklılık antrenmanları sonucunda kapiller sayısı %15 oranında artabilmektedir. Bu durum daha fazla enerji üretilmesini ve kasların daha uzun süre çalışabilmesini sağlar.

Enerji kaynaklarının kullanımında görülen değişiklikler: İskelet kaslarının karbonhidratları kullanma kapasitesi artar. İnsanlarda 1kg kasa düşen glikojen miktarı 13-15gr'dır. Antrenmanla bu miktar 2,5 kat artabilir. Glikojen depolarındaki bu artış aerobik güçte artmaya neden olur.

Aerobik Antrenman Sonucu

Kasta Oluşan Adaptasyonlar



Aerobik antrenmanlar ile iskelet kaslarının yağları kullanma kapasitesi de artar. Kaslara olan kan akışının, yağları metabolize ve mobilize eden enzimlerin aktivitelerinin artışıyla kasların, ATP üretebilme kapasiteleri gelişir. Ayrıca antrenmanlı kişiler aynı iş yükünde yağları enerji olarak daha fazla kullanırlar. Böylece glikojen kullanımı ve laktat oluşumu geciktirilmiş olur.

Aerobik Antrenman Sonucu

Kasta Oluşan Adaptasyonlar

Yağın enerji olarak kullanılmasındaki artış, yağ asitlerinin parçalanması, taşınması ve aktive edilmesinde rol alan enzimlerin aktivitelerinin artmasıyla olur. Bunun sonucunda; intramüsküler trigliserit düzeyi (yağın kas içinde depolanmış hali) ve adipoz (yağ) dokulardan serbest bırakılan yağ asitlerinin miktarı artar. Araştırmalara göre; 8 haftalık antrenman programı uygulandığında, kas trigliserit miktarı 1,8 kat artmaktadır.

Sonuç olarak antrenmanla, enerji üretiminde yağ kullanımını artınca kas ve karaciğer glikojeni daha yavaş harcanmakta, laktik asit ve yorgunluk oluşumu gecikmektedir.

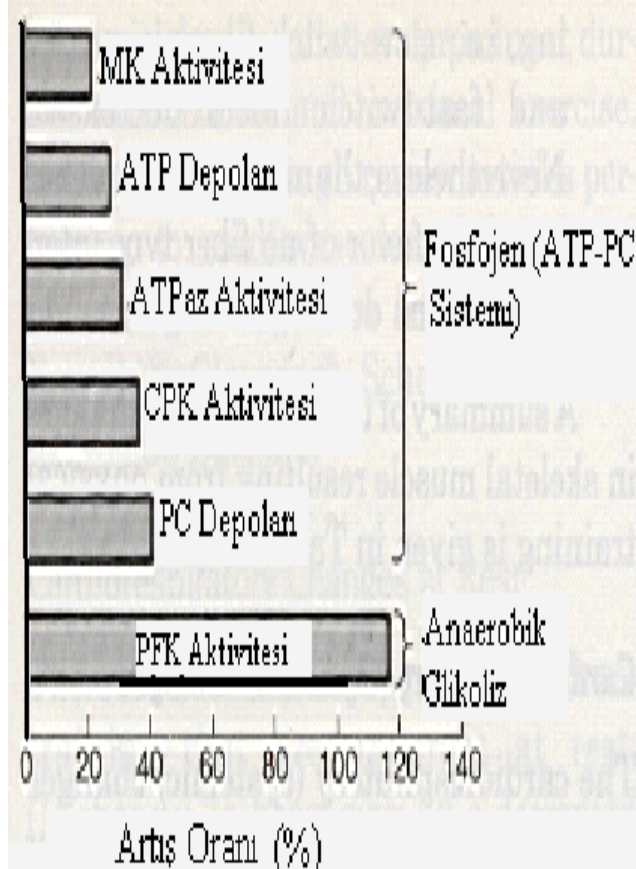
Anaerobik Antrenman Sonucu

Kasta Oluşan Adaptasyonlar

Anaerobik antrenmanlar kas gücünün gelişmesini ve asit-baz dengesindeki bozulmalara karşı organizmanın toleransının artmasını sağlar. Anaerobik egzersizlerde, ATP-CP ile Anaerobik glikoliz sistemleri kullanıldığından yapılan antrenmanlar da bu sistemlerin gelişmesini sağlayacaktır.

ATP-PC sisteminde görülen değişiklikler: Hem aerobik hem de anaerobik antrenmanlar kastaki ATP-PC depolarını artırmaktadır. ATP-PC miktarının ve bu sistemde rol oynayan enzimlerin aktivite düzeylerinin artışı, ATP-PC enerji üretme sisteminin kapasitesini artırmaktadır. Bir çalışma, haftada 2-3 yapılan ve 7 ay süren uzun mesafe koşusunun, kas ATP depolarını %25 artırdığını ortaya koymuştur.

Anaerobik Antrenman Sonucu Kasta Oluşan Adaptasyonlar



Ancak anaerobik antrenman bu sistemin kapasitesini daha fazla artırmaktadır. Bu antrenmanlarla anahtar enzimlerin miktar ve aktivasyonlarında da artış görülür.

ATP'nin parçalanmasını sağlayan ATPaz, ATP'nin ADP'den sentezlenmesinde görevli olan MK (myokinaz) ve ATP'nin PC'den sentezlenmesinde katalizör olan CPK (kreatinfosfokinaz) en önemli enzimlerdir.

Anaerobik Antrenman Sonucu

Kasta Oluşan Adaptasyonlar

Kasın glikolitik kapasitesinin artması: Fosforilaz, fosfofruktokinaz (PFK) ve laktatdehidrogenaz (LDH) enzimlerinin aktiviteleri 30sn'lik tekrarlayan egzersizler sonunda %10-25 oranında artmıştır. Ancak 6sn'lik egzersizler bu enzimlerde değişikliğe neden olmamıştır.

Anaerobik antrenman ile en çok aktivite artışı PFK'de %83 ile görülmüştür. Sürat ve güç sporcularında glikolitik enzim aktiviteleri, dayanıklılık sporcularına oranla daha fazladır. Özellikle fosforilaz ve PFK enzimleri ATP'nin anaerobik yoldan elde edilmesinde önemli iki enzimdir.

Anaerobik Antrenman Sonucu Kasta Oluşan Adaptasyonlar

Antrenmanın glikolitik kapasitedeki artışı gösteren diğer bir kanıtı ise maksimal egzersiz sonrasında laktik asit düzeyinde görülen artıştır. Glikolitik enzimlerin aktivasyonunun artması glikojenin laktik aside parçalanma hızını ve miktarını artırır. Ancak LA'nın artış sebebi motivasyon ve ağrı toleransındaki artış olabilir.

Anaerobik antrenmanlar sonucu Tip2'de daha fazla değişiklik görülür. Ancak bu değişiklik miktarı aerobik antrenmanlar sonucu Tip1'de görülen değişiklikler kadar belirgin değildir.

Anaerobik Antrenman Sonucu Kasta Oluşan Adaptasyonlar

Yapılan hareketin verimliliğinin artması: Anaerobik antrenmanlar özellikle yapılan harekete özel kas lifini uyararak hareketin daha verimli olmasını sağlarlar. Yüksek hızlarda ve ağır yüklerle yapılan antrenmanlar sonucu daha az enerji harcanarak daha çok iş yapılabilir hale gelinir.

Aerobik enerji sistemlerinin gelişmesi: Uzun süreli anaerobik egzersizlerin sonlarında ihtiyaç duyulan enerjinin bir bölümü oksidatif metabolizma tarafından karşılanır. Bu nedenle tekrarlayan sürat koşuları tarzında antrenmanlar, aerobik kapasiteyi az da olsa geliştirir.

Anaerobik Antrenman Sonucu

Kasta Oluşan Adaptasyonlar

Tamponlama kapasitesinin artması: Anaerobik antrenmanlar kasların LA'yı tölere etme kapasitesini artırır. Egzersizin süresi orta-uzun ve şiddeti yüksek olunca CO₂ ve LA'daki artışla birlikte H⁺ iyonları uzaklaştırılmaz ve pH düşer. Asit-baz dengesinin bozulması ve kas pH'ının 7,0'dan aşağı inmesi performansı azaltır. Laktik asitin sebebi H⁺ iyonudur. Bikarbonat ve kas fosfatı gibi maddeler hidrojeni bağlarlar ve böylece kas liflerinin asiditesini önlerler.

8 haftalık anaerobik antrenmanın kasların LA'yı tamponlama özelliğini %12-50 oranında artırdığı bulunmuştur. Ancak aerobik antrenmanlar tamponlama mekanizması üzerinde çok etkili değildir.