

# SPOR BİYOLOJİSİ

**S**pordaki rekabet, insanları egzersizin en aşırı şekillerine iter. Bilim adamı için atlet, insan vücudunun egzersize uyum sağlamasının en mükemmel örneğidir. Son 20 yılda kas liflerinin efora (egzersize) cevap olarak ne gibi yapı değişikliklerine uğradığı anlaşıldı.

Efor sonucu bir seri fizyolojik reaksiyon oluşur; bunların amacı kaslara kasılma (kontraksiyon) sırasında gerekli enerjiyi sağlamaktır. Kas kasılması, kas liflerindeki protein moleküllerinin kısalmasıdır; bu olay kalsiyum gerektirir ve enerji harcar. Bu enerjiyi, ATP (adenosin trifosfat) molekülünün parçalanması sağlar. ATP gerçek bir hücre "yakıtı"dır: Bir mol ATP'nin parçalanması 40 kilojoule (kj) enerji sağlar. Ne var ki, kas lifinde depolanmış ATP, şiddetli bir efor, örneğin bir 100 m koşusu sırasında 1-2 saniyede tükenir. Kasın yeniden kasılabilmesi için ATP stoku yenilenmelidir. Kas lifinde ATP'nin yeniden oluşmasını sağlayan 3 metabolik yol vardır. Bu yolların varlığı 20. yüzyılın ilk yarısında bulunmuştu.

Birinci yol, kaslarda az miktarda bulunan enerjice zengin kreatin fosfatın ayrışmasıdır. Bu ayrışma ATP'yi derhal yeniler ve kas lifine 5-7 saniye süren bir enerji sağlar. Kısa süren şiddetli eforlar (örneğin uzun atlama veya 60 m hız koşusu) sırasında bu yol

*Egzersizlere kalp, iç salgı bezleri, metabolizma ve hatta bağışıklık sistemiyle ilgili bir seri reaksiyon eşlik eder; bunlar kaslara yeterli enerji sağlamayı ve vücut bütünlüğünü korumayı hedefler. Neden birinci sınıf bir atlette kas yorgunluğu daha geç oluşur? Antrenmanın kas lifleri ve hormonal denge üzerindeki etkileri nelerdir? 20 yıldır sporcular ve antrenman yaptırılan hayvan modelleri üzerindeki çalışmalar, bu sorulara kısmen de olsa cevap verilmesini sağladı.*



kullanılır. İkinci yol, ATP'nin glüköz ve glikojen metabolizması sırasında oluşmasıdır. Glikojen kaslarda ve karaciğerde depolanır ve ihtiyaç olunca glüköz molekülleri verir. Glüköz, kas liflerinin sitoplazmasında, glikoliz denen enzimatik bir kimyasal parçalanmayla, pirüvik asit ve laktik asit de bölünür. Bu yol, creatin fosfat yolunu tamamlar ve 400 m'lik koşu gibi orta derecedeki eforlarda kullanılır.

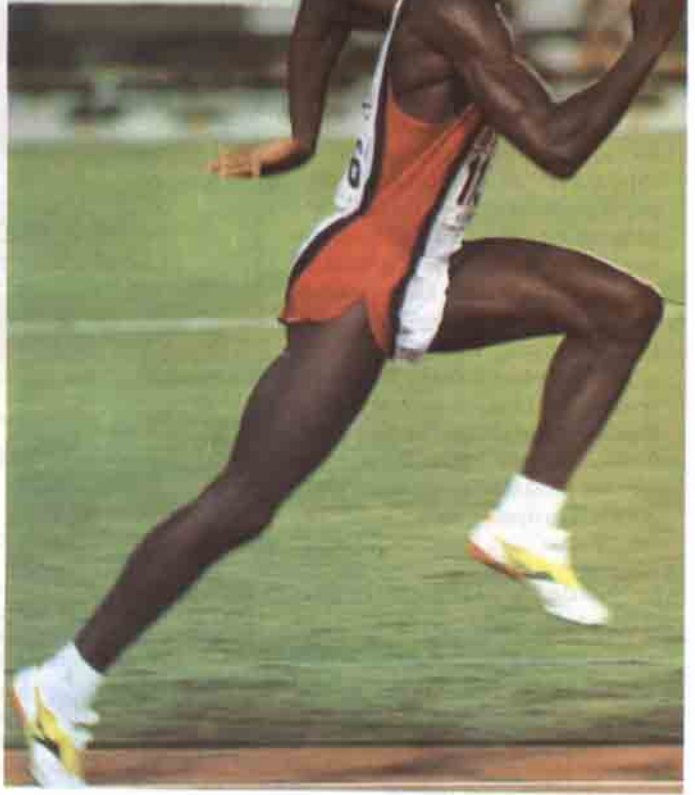
Bu iki metabolizma yolu  $O_2$  yokluğunda da ATP oluşturabildiğinden, "anaerobik (oksijensiz) yol" adını alır. Bu iki metabolik yol, çok şiddetli bir efor sırasında 40 saniyede tükenir. Maraton koşusu gibi uzun süren (en az 2-3 saat) eforlar sırasında, özellikle "aerobik yol" denen üçüncü yol kullanılır. Aerobik yol için oksijen'in varlığı şarttır. Bu defa enerjiyi, glikoliz sonucunda oluşan pirüvik asitin ve yağların parçalanma ürünü olan yağ asitlerinin oksitlenmesi sağlar. Bu oksitlenmeler, hücre sel solunumu sağlayan mitokondri adlı minik hücre organlarında yapılır.

Bir kasın bütün kas lifleri aynı metabolik özellikleri göstermez. Yavaş kasılma yapan tip I liflerde aerobik (oksidatif) metabolizma vardır; bu yavaş lifler çok sayıda mitokondri, sayısız kan damarı ve bol miktarda miyogloblin içerir (miyogloblin, kanda  $O_2$ 'yi bağlayan ve hücelere taşıyan, Fe, porfirin ve proteinden yapılmış bir moleküldür). Miyogloblin bu liflere kırmızı renk verir. Bu liflerde yedek enerji deposu olarak yağlar da (trigliserid) bulunur.

II B denen kas lifleri ise, aksine hızlı ve kuvvetli kasılma yapar. Bu lifler bol glikojen içerir ve enerjiyi glikoliz ile sağlar. Bu liflerin damarları, mitokondri-leri ve miyogloblinleri azdır. Nihayet tip II A denen kas lifleri, tip I ile II B arasında özellikler taşır. Bu lifler hızlı ve güçlü olup hem oksidatif hem glikolitik özellikler gösterir. Liflerin kasılma hızı, kasılıcı proteinlerin yapısına ve ATP'yi parçalayan enzimlerin aktivite derecesine bağlıdır.

Bu üç tip kas liflerinin kaslardaki dağılımı bir kastan ötekine değişir. Örneğin yerçekimine karşı ayakta durabilmemizi sağlayan bacak açıcı (extensor) kaslar, ayak bükücü kaslara göre daha çok sayıda yavaş lifler içerir. Aynı kasta yavaş ve hızlı liflerin oranı kişiye göre de değişir. Bu liflerin kasılmaya katkısı, kasılmanın şiddetiyle ilgilidir. Zayıf kasılmalarda tip I aktiftir; kasılma şiddetlendikçe tip II lifler göreve çağrılır.

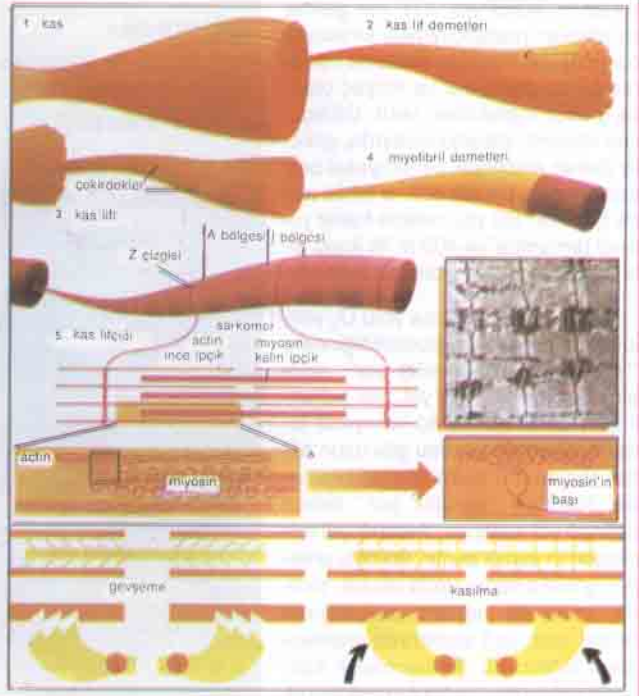
**Antrenmanın,  
kas lifleri ve hormonal  
denge üzerindeki  
etkileri nelerdir?**



Yavaş liflerin enerji verimi, hızlı liflerinkine üstündür; bir diğer deyişle aynı işi yapmak için, yavaş lifler hızlı liflerden daha az enerji harcar.

Kas egzersizleri sırasında kaslara  $O_2$  ve enerji verici maddelerin gelişi artar. Akciğerde gaz değişimi hızlanır, daha fazla  $O_2$  tüketilir, daha çok  $CO_2$  oluşur. Kalp hızı artar, kalbin her vuruşta (sistol) vücuda gönderdiği kan hacmi ve buna paralel olarak kanın taşıdığı  $O_2$  artar. Kanın vücutta dağılımı da değişir. Efor sırasında kan kaslara hücum eder, organlara (karaciğer, böbrek vb.) giden kan ise azalır. Bu değişimler, iç organlara sinir veren otonom sinir sistemindeki yeni dengelerle sağlanır (bu sinirler sayesinde ki, efor sırasında kalp etkinliği artar ve kasılmakta olan kasların damarları genişler). Otonom (iç organ) sinir sisteminin sempatik sinirleri vücut savunmasını harekete geçirir ve uyanıklık durumunu artırır; bunların karşıtı olan parasempatik sinirlerse enerji tasarrufu ve depolanması sağlar. Efor sırasında sempatik sinir sistemi, parasempatikten çok daha aktiftir; efor şiddetlendikçe sempatik sinir sistemi aktivitesi ve buna paralel olarak  $O_2$  tüketimi, kalp hızı ve kalbin vücuda pompaladığı kan belli bir tavan değere kadar artar; bu tavan değere erişildikten sonra efor şiddetlense de bu üç parametre aynı kalır.

**Her kas, demetler şeklinde birleşmiş kas liflerinden oluşur (1 ve 2). Kas lifi, kendine özgü çok büyük bir hücredir, çok sayıda çekirdek içerir(3). Liflerin içinde miyofibril (lifçik) demetleri bulunur(4). Miyofibriller kasılabilen protein ipliklerinden yapılmıştır; mikroskopta bu iplikler üzerinde enine çizgiler görülür (kare resim). Bu nedenle iskelete bağlı kaslara "çizgili kas" da denir. Miyofibrilin çizgili görünümü, koyu renkli A bölgeleri ve açık renkli I bölgelerinin birbirini izemesinden ileri gelir. I bölgelerinin ortasında koyu renkli Z çizgisi vardır. İki Z çizgisi arasındaki bölüme sarcomer denir. Bir miyofibrilde ince actin ve kalın actomyosin iplikleri bulunur(5). Kasılma sırasında ince iplikler kalın iplikler arasında kayar. Bu olay Ca iyonları gerektirir. Gereken enerjiyi ATP'nin ayrışması sağlar.**



### **Akciğerde Gaz Değişimi ve Kalp Debisi Egzersizin Şiddetiyle Orantılı Olarak Artar, Böylece Kaslara Yeterince Oksijen Getirilmesi Sağlanır**

Az önce belirttiğimiz gibi egzersiz şiddeti belli bir sınır değere ulaşıncaya kadar kalp hızı ve kalbin attığı kan artık daha fazla artırılamaz, kaslara getirilen O<sub>2</sub> tüketimi kişiye göre çok değişir:

Hayati olarak geçenlerde O<sub>2</sub> tüketimi kilo başına dakikada 30-35 ml iken, maraton koşucularında 80 ml/Kg/dakika'dır. Kalp hızı da yaşa bağlı bir maksimumdan daha fazla artırılamaz (maksimum kalp hızı = 220 - yıl olarak yaş ± 10, örneğin 70 yaşında birinde erişilebilecek maksimum kalp hızı = 220 - 70 ± 10 = 150 ± 10). Bununla beraber efor şiddeti, maksimal aerobik (O<sub>2</sub>li) enerji seviyesini aşabilir. Bu durumda gereken ek enerji, kas liflerinde anaerobik (O<sub>2</sub>siz) yolla sağlanır. Bu durumda glikojen tüketimi ve glikoliz ürünü olan laktik asit artmıştır. 1950'li yıllardaki çalışmalar göstermiştir ki, efor sırasında hipofiz bezince salgılanan idrar azaltıcı hormon (ADH = antiüretik hormon = vasopressin) ve böbreküstü bezlerince salgılanan al-



**Sporadaki başarılarını artırmak için sporcular bazen dopinge başvurur. Anabolizanlar diye bilinen sentetik erkeklik hormonları (sentetik androjenler) kasları büyütürler. Ünlü koşucu Ben Johnson'un 1988 Seul Olimpiyatlarında doping olarak anabolizan kullanması, onun diskalifiye edilmesine neden oldu. Anabolizan denen doping maddeleri karaciğer kanserini artırmaktadır.**

dosteron hormonu artarak, böbreklerden idrar yoluyla su ve tuzların kaybını önler, böylece terlemeye su ve tuzların kaybı telafi edilmiş olur, iç ortamın dengesi korunur (homeostaz).

Diğer bazı hormonlar ise kas liflerine enerji sağlayan bileşiklerin yapılmasını hızlandırır. Adrenalin, glucagon ve büyüme hormonu, karaciğerde glikojen ile yağ dokuda lipidleri (yağ) parçalar; bunun sonucu kanda glukoz ve yağ asitleri artar. Cortisol karaciğerde, proteinlerin yapıtaşları aminoasitlerden glukoz yapılmasını artırır (glüko-neogenez).

Efor sırasında kanda artan testosteron ve somatomedin hormonları vücutta protein sentezini artırır. Paradoksal olarak egzersiz sırasında kan insülin seviyesi azalır; oysa bu hormon kas liflerinin glukoz almasını kolaylaştırır.

Egzersiz, yağların ve glukozun kaslar tarafından kullanılmasını artırır. Çalışan kaslara daha fazla kan gelince, kaslardaki glukoz ve yağ asitleri ve bunların parçalanma ürünleri artar. Ayrıca kas liflerinin insüline duyarlılığı artar ve böylece kasılan lifler daha fazla glukoz alır. Yağ asitlerinin mitokondrilere geçişi ve orada oksitlenmesi de hızlanmıştır.

Buna rağmen organizmanın efor kapasitesi sınırlıdır. Efor eninde sonunda kas yorgunluğuna neden olur. Bunun nedeni ne olabilir? Maraton, 800 m serbest yüzme, ski ve bisiklet yarışları gibi dayanıklılık gerektiren sporlar sırasında, karaciğer ve kas glikojen stoklarının tükenmesi sonucu, kan glukoz seviyesi düşer (hipoglisemi). Ayrıca yavaş liflerce aşırı yağ yakılması, kanda ketonlar denen toksik ürünlerin birikmesine neden olur, kan pH'sı düşer (kanda asitler artar) ve kişi yarı komaya girebilir. Efor sırasında terlemeyle su kaybı, vücudun kurumasına (dehidratasyon) ve plazma volümünün % 20 azalmasına neden olur; bunun sonucu kalp pompası görevini tam yapamaz. Bu sırada kas liflerinde mikroskopik lezyonlar (tahribat) oluşur.

### Daha Hafif Eforlarda Kas

#### Yorgunluğunun Nedeni Farklıdır

400-1500 m koşuları ve hızlı patinaj gibi daha kısa süren eforlarda enerji oluşumu anaerobiktir ve kas yorgunluğunun nedeni farklıdır. Kas lifinde laktik asit birikmesi, glikolizi ve dolayısıyla ATP yenilenmesini yavaşlatır. Bunun sonucu "laktik asidoz" denen tehlikeli bir durum doğar: Kanın asitleşmesi, krampolar, büyük bir yorgunluk, karın ağrıları ve midebağırsak bozuklukları. Ancak son yıllarda lactat'ın tek başına eforu sınırlandıramayacağı anlaşıldı. Kaliforniya Üniversitesi'nden G.A. Brooks'a göre, II B tipi kas liflerinde anaerobik ( $O_2$  siz) olarak oluşan laktik asit, aerobik liflerce (tip I lifler ve kalp kası) yakıt olarak kullanılmaktadır.

Bugün bu gibi orta şiddetteki eforlarda, protein yıkımı sonucu kanda amonyağın arttığı (beyin için toksik), kas liflerine Ca iyonları girişinin azaldığı ve ATP yıkımı sonuca inorganik fosforun arttığı ve bunların kas yorgunluğu yarattığı düşünülmektedir. Uzun atlama ve 60 m koşusu gibi çok kısa süren çok şiddetli eforlarda lokal ATP ve creatin fosfat azalışının egzersizi sınırlandırdığı anlaşılmıştır.

Efor, bağışıklık sistemini de etkilemektedir. Fransa'da Cochon-Port Royal Tıp Fakültesi'nde yapılan hayvan deneylerine göre, tek bir egzersiz bile dalak bağışıklık hücrelerini ve kan akyuvar sayı ve aktivitesini geçici olarak etkiler. Genellikle kan bağışıklık hücreleri artarsa da bu hücrelerin fonksiyonu artabilir veya azalabilir. Gerek spor yapmayanların, gerekse şampiyonların kas yorgunluğunu azaltmak için antrenman yapmaları şarttır. Antrenmanın iki amacı vardır: Yorgunluğu geciktirmek ve kas kuvvetini arttırmak. Ski'de, yüzmede ve bisiklete binmede yorgunluğu geciktirmek için hergün tekrarlanan, orta şiddette, uzun süren ve büyük kas gruplarını çalıştıran antrenmanlar gerekir. Bu antrenmanlar haftada en az üç gün, her keresinde en az 30 dakika ve maksimum  $O_2$  tüketiminin % 70 ine karşılık bir hızla yapılmalıdır. Şampiyon atletler hergün 4-6 saat antrenman yapar.

Antrenmanın yararları, kas liflerinin oksidatif (aerobik) potansiyelini artırmak, lipidlerin (yağların) hemen yakılmasını ve glikojen depolarının ekonomik kullanılmasını sağlamaktır. Antrenman kas liflerin-



deki mitokondri sayısını artırır ve aerobik ( $O_2$  ile çalışan) yolu kuvvetlendirir.

Antrenman altı hafta sonra tip II hızlı liflerin tip I yavaş liflere dönüşmesine neden olur; hızlı kasılma yapan proteinler yavaş kasılma yapan proteinlere dönüşür. Antrenman, kaslardaki kılcak damar-

özellikler	I	II	
	kırmızı	IIa	beyaz IIb
liflerin yüzeyi (mikron kare)	3,9	4,9	5,2
kasılma hızı	yavaş	orta	hızlı
oluşan kuvvet	*	**	***
yorulma	*	**	***
esas metabolizma	aerobik	karışık	anaerobik
mitokondri sayısı	***	**	*
lif başına kılcıl damar sayısı	4-5	3-4	3
miyoglobline	***	**	*
stok edilmiş maddeler			
glikojen	**	**	***
trigliseridler	***	**	*
miyosin-ATPase	*	***	***
miyosin	yavaş	hızlı yavaş	hızlı
ortalama oran			
bacak arkası kasları	% 85		% 15
kol üçbaşı kası	% 30		% 70
Diz dış geniş açıcı kası	% 53		% 47
		(% 33)	(% 14)

**İki tip kas lifi vardır: Yavaş ve hızlı. Yavaş kasılma yapan tip I lifler, aerobik (oksijenli) metabolizmayla kasılır. Bu kaslar uzun süren eforlarda rol alır. Yerçekimine karşı dik durmamızı sağlayan kaslar bu gruptandır. Bu tip kaslar çok sayıda damar içerir. Oksijen bağlayıcı bir protein olan miyoglobin içerdikleri için kırmızıdır. Bunların aksine tip II B lifler, hızlı ve şiddetli kasılmalar yaparlar ve kısa süreli şiddetli eforlarda kullanılırlar. Tip II B lifler, enerjiyi glikolizle elde eder (anaerobik yol). Bu lifler kol üç başlı kası (triceps) gibi kaslarda çok bulunurlar. Liflerin özellikleri antrenmanla değiştirilebilir.**

ları da (kapiller) artırır. Böylece kasın O<sub>2</sub> ve yakıt alma hızı da artmış olur. Bütün bu değişimler antrenmanın 2. haftasında başlar ve 3-6 ay sonra maximum olur. Antrenmanlar kesilirse, kas birkaç haftada eski haline döner.

Antrenmanlar O<sub>2</sub> taşınmasını da artırır; bu özellikle kalbin efora uyumu sonucudur. Şöyle ki, antrenmanlı bir kişide antrenmansız bir kişiye göre belli bir efor seviyesinde kalp daha az hızlanır; fakat her vuruşta daha çok kan pompalar, kalp dakika hacmi (kalbin 1 dakikada pompaladığı kan) aynı kalır. Bu şekilde kalbin verimi artırılmış olur. Bu gibilerde dinlenme sırasında kalp hızı dakikada 50'nin altına düşer. Spor yapmayanlarda kalp dakika hacmi 18 L iken, bisikletçilerde yarış sırasında 30 L/dakika'ya çıkabilir. Kalbin bu uyumlarını sağlayan şey nedir?

Kobay deneyleri sonuçlarına göre antrenman, kalp kasının kalınlaşmasına (hipertrofi) yol açmaktadır; bu sırada kas proteini miyozinin yapısı ve kas liflerinin Ca alışı değişir. Böylece kalp kasının kasılma süresi (sistol) uzar; ayrıca kalp kası iki vuruş arasında daha iyi gevşer; bu ise kalbin kanla daha iyi dolması ve kalbi besleyen koroner damarların daha çok kan alması demektir. Antrenman, organizmanın iç ortamını sabit tutma (homeostaz) ve hormonal denge konusunda da efora uyumu sağlar. Antrenman, antrenmanlı kişinin iç organlarının (böbrekler, karaciğer), efor sırasında daha çok kan almasını ve kan basıncının daha az yükselmesini temin eder, dinlenme sırasındaki kan hacmini artırır.

### Dayanıklılık Antrenmanları Testosteron Seviyesini Azaltır, Beyindeki Endorfinleri Artırır

Dayanıklılık antrenmanı, dinlenme sırasındaki kan testosteron (erkeklik hormonu) seviyesini azaltır; bu erbezlerinin yetmezliğine değil, yeni düzenleyici mekanizmalara bağlıdır. Antrenman, ayrıca beyindeki endojen morfinleri (beynin kendi sentez ettiği morfin benzeri maddeleri, örneğin beta endorfinleri) artırır. Beta endorfinler, hipofiz bezinin büyüme hormonu ve gonadotropik hormonlar (kadınlarda adetleri düzenleyen, erkekte testosteron yaptıran hipofiz hormonları) yapısını azaltır. Endorfinler, morfin gibi ağrı keser ve alışkanlık yapabilir. Koşucuların sebatlı oluşu acaba bu son etkilere mi bağlıdır?

Kasların kasılma hızını ve şiddetini artırmaya yönelik antrenmanlar, dayanıklılık antrenmanlarından çok farklı, hatta onlara karşı sonuçlar verir. Bu antrenmanlar kısa süreli ve şiddetli eforlar olup haftada birçok kere tekrarlanır. Amatörlerin "kas yapma" egzersizleri bu gruptandır. Bu tip antrenmanlar sonucu, hızlı liflerin çapının artmasıyla birlikte kas irileşmesi (hipertrofi) görülür. Kas lifleri içindeki miyofibrillerin (kas lifçikleri) sayısı ile birlikte hızlı kasılma yapan proteinlerin sentezi artar. Bu değişimler, muhtemelen kas liflerinin çevresinde yer alan ve embriyoner kas hücrelerini andıran uydu hücrelerce meydana getirilmektedir. Duke Üniversitesi'nden N.G.Morrow'a göre, tavşan kaslarının 3 hafta süreyle elektrikle uyarılması, kasta "fibroblast büyüme faktörü"nü artırmakta, bu madde ise uydu hücreleri aktive ederek onların komşu kas lifleriyle birleşmesine neden olmaktadır.

Kasın kuvvetlenmesine paralel olarak, dinlenme sırasında serbest testosteron/total testosteron oranı artar. Büyüme hormonu da antrenman ve onu izleyen dinlenme sırasında artar. Bütün bunlar, protein sentezini ve anaerobik (oksijensiz) metabolizma (glikoliz) enzimlerini artırırken kastaki kılcıl damar doluşumunu, mitokondri sayısını ve aerobik (oksidatif) enzimleri de artırır. Glikojen harcanması hızlanır. Böylece öncelik anaerobik metabolizmayla ATP'nin yenilenmesine, yani kas enerjisini artırmaya verilmiştir. Ancak şiddetli ve uzun süren egzersizlerden sonra yeterince dinlenme yapılmaması "aşırı antrenman sendromu" denen bir hastalığa yol açar; bu, yarışmalara giren sporcularda büyük hayal kırıklıklarına yol açan bir durumdur. Bu hastalık, spor bilgileri da-

## TERCÜMANLI TELEFON

*Yakın bir gelecekte Japonlar, Almanlar ve Amerikalılar telefonda arada tercüman olmadan kendi dilleri ile konuşabilecekler. Bir bilgisayar beynine bağlı olan sistemin 500 kelimelik bir kelime kapasitesi bulunmaktadır. Her bir kelime çok kısa bir süre içinde tercüme edilmekte ve telefona aktarılmaktadır.*

*Siemens öncülüğünde bir araştırmacı grubu tarafından*



*geliştirilen sistem yakında telefonla tercümelili konuşmaya daha büyük olanaklar sağlayacaktır.*

ha az olduğundan, amatörlerde daha siktir. Bu hastalıkta sporcunun performansı (spor yapma kapasitesi) birdenbire azalır ve depresyon şeklinde ruhsal belirtiler ortaya çıkar. Buna ek olarak bir takım kronik iç salgı bozuklukları görülür: Serbest testosteron/cortisol oranı azalır ve bunun sonucu protein yıkımı artar, kadınlarda hormonal dengesizlik âdet bozukluklarına yol açar; alyuvar oluşumu ve Fe metabolizması bozuklukları kansızlık yapar; glikojen depoları ve kas kuvveti azalır. Bu sırada bağışıklığın azalması da olasıdır.

### **Bazı Sporlar Kaslarda Birkaç Haftada İyileşebilen Mikrolezyonlar Yapar**

Spor yapanların kaslarında çoğu kez mikrolezyonlar (küçük tahripler) görülür. Bu gibi lezyonlar özellikle uzun süren veya kası hem geren hem kassan sporlarda görülür. Bu gibi sporlarda elektron mikroskobu kas liflerinin % 30'a kadar varan bir bölümünde lezyonlar ortaya koyar. Kas lifi zarı parçalanmış, kasılma elemanları arasındaki bağlantı kaybolmuştur.

Bu gibi mikrolezyonlarda kas lifinin içindeki hücre içi maddeler (miyogloblin, enzimler) lifin dışına sızar ve oradan kana ve idrara geçer. Berâket ki, 2-3 hafta içinde protein sentezi artırılarak kas onarılır. Chicago'dan B.Russel, bu mikrolezyon bölgelerinde, kasılma yapan proteinlerin mRNA'larının biriktiğini gösterdi. Bunlar lif çekirdeklerinden ve uydu hücrelerinden gelmekteydi.

Sporla doping de çok yaygındır. Amfetamin gibi merkez sinir sistemi uyarıcıları yorgunluğu geciktirir; amfetaminler morfin benzeri ağrı kesicilerle birlikte alındığında, bu etki daha belirgindir. Bu durumda bitkinlikten ölmek veya akıl hastalığı belirtileri göstermek çok siktir. 1967'de bisikletçi Tom Simpson Fransa Bisiklet Turu sırasında amfetaminle bitkin düşerek öldü. Son 25-30 yılda doping olarak, protein sentezini artıran sentetik anabolizanlar yüksek dozda kullanılmaktadır. Ben Johnson 1988 Seul Olimpiyat

Oyunlarında bu nedenle diskalifiye oldu. Anabolizanlar, kas egzersizleri ve aşırı proteinli bir diyetle beraber, kas büyümesi (hipertrofi) yaparlar; bu ise kas kuvvetini ve gücünü artırır. Ne var ki, bu hormonlar aynı zamanda, karaciğer kanseri, karaciğer yetmezliği vb. yapabilmektedir. Diğer doping maddeleri şunlardır: Beta blokerler, adrenalin reseptörlerini bloke ederek titremeyi azaltmaktadır; yağların yakımını hızlandıran kafein aynı zamanda bir beyin uyarıcısıdır, alkol ve kokain gibi... Esrar ise yarışmadan önce aksine sinirleri yatıştırıcıdır.

Turnuvalarda bu maddelerin kullanımı yasaktır, alınmış oldukları basit bir idrar testiyle kanıtlanabilir. Bunun üzerine bazı sporcular doping olarak "doğal" maddelere (vücutta zaten az miktarda yapılmakta olan hormonlara) başvurdu: Testosteron saldırganlığı artırıyor, cortisol merkez sinir sisteminin uyarıyor, büyüme hormonu bilimsel bir temel olmadan telkin gücüyle kuvveti çoğaltıyor ve eritropoietin alyuvar yapımını artırarak kanın O<sub>2</sub> taşıma gücünü yükseltiyor. Tedavi dozlarının çok üstünde alınan ve idrar ve kan testleriyle "suçüstü yapılamayan" (bu maddeler az veya çok herkesin idrar ve kanında bulunmaktadır) bu doğal "ilâçlar", zararlı etkilerini göstermeye başladılar: Testosteron çocuk yapma olayını bozdu (yüksek doz testosteron sperm sayısını azaltıcıdır); cortisol kemikleri ve kışkırları tahrip etti, mide ve barsak iç zarında yaralar oluşturdu ve bağışıklığı azalttı; eritropoietin tansiyonu yükseltti ve kalp yetmezliğine neden oldu.

Aşırı antrenman ve doping yapılmazsa spor ve egzersiz çok yararlıdır: Sporcularda kalp ve damar hastalıkları, şeker hastalığı ve enfarktüs azalır. Spor yaşlıların dinç kalmasını ve çocukların büyümesini sağlar.

Her konuda olduğu gibi spor fizyolojisi konusunda da henüz bilinmeyen birçok nokta bulunmaktadır ve sürekli bilimsel araştırmalara ihtiyaç vardır.

*Recherche Temmuz-Ağustos 1992'den kısaltarak çev.: Doç.Dr.Selçuk ALSAN*