

Yük Altındaki Organizma: KASLARIMIZ

Dr. Emin ERGEN* — Caner AÇIKADA**

Hareket ile ilgili bilimsel çalışmaların ortaçağda başladığını, Leonardo da Vinci'nin çizimlerinden ve Alfonso Borelli'nin "De Moto animalum" adlı kitabından öğrenmekteyiz. Vesalius ise gününün koşullarına göre oldukça cesaretli davranıp, vücudu örten deriyi kaldırıp, hareket sisteminin temeli olan kasları anatomik olarak incelemiştir.

Sporla performans, daha hızlı, daha uzak, daha yüksek olarak özetlenen slogan ile gerçekleştirmektedir. Tüm eforlar için ise spor dalına özgü hareket kalıbının öğrenilmesi ve mükemmel bir şekilde uygulanması söz konusudur. Doğal olarak kasların rolü büyüktür. Egzersiz fizyolojisinin ana başlıklarından olan kas kasılması olayına geçmeden önce, kasların mikroskopik yapılarına bir göz atmamızda yarar var.

Uyarılabilen uyarıyı iletebilen, kasılabilen (kısılabilen) ve esnetilebilen (uzayabilen) kaslar, 4 değişik protein yapısındadır (aktin, myozin, troponin, tropomyozin). Aktinler ince, myozinler kalın çubuklar şeklinde birbirleri üzerine dizilmişlerdir. Kas hücresi bu diziliş nedeni ile mikroskop altında çizgili görüldüğünden "çizgili kaslar" adını almıştır. İskelet kasları içinde ayrıca enerji oluşumunda görevli mitokondriyumlar, yağ ve karbonhidrat içeren kesecikler ve enerji üretimi sonunda ortaya çıkan laktik asidi ve kasılmayı sağlayan kalsiyumu boşaltmaya yarayan bir "tüp sistemi" bulunur. Troponin ve tropomyozin ise gevşeme olayında görevlidir.

* Spor Hekimliği Uzmanı

** Gazi Üni. Gazi Eđt. Fak. Beden Eđt. ve Spor Böl. Öğretim Görevlisi

Canlı olmanın temel özelliklerinden birisi de hareket edebilmektir. Hareket, bir yer değiştirme olayıdır. İnsan vücudunda bu iş ile görevli 217 çift kadar kas grubu bulunmaktadır ve bunlar, toplam vücut ağırlığının yaklaşık % 40-45'ini oluşturmaktadır. Kaslar, hareket için esas elemanlar olup, eklem ve kemikler yardımı ile işlev görürler. Vücut kasları üç tiptir. düz-çizgisiz kaslar, çizgili istemli kasılan kaslar ve kalp kası. Çizgili kas tipi sportif anlamda hareketimizi yaratan grup olduğundan, bu yazımızda bunları ele alacağız.

Bir hareket için beyinden gönderilen emirler, "son motor birim" denilen sinir uçları ile kas hücresine ulaştınca, burada hücre zarının dış yüzünü, iç yüzü gibi negatif yapacak mikroskobik bir madde (asetilkolin) salınır. Hücre zarının henüz + kısımları ile — olmuş kısımları arasında bir akım (aksiyon akımı) doğar. Bu elektriksel potansiyel, tüpler sistemi ile myozin ve aktin çubukçuklara gönderilir. Bu arada gevşek durumdaki kasta, troponin molekülüne bağlı iki değerli

kalsiyum iyonları (Ca^{2+}) serbestleşirler. Elektriksel uyarı, aynı zamanda kimyasal enerji üretimi için reaksiyonu başlatmış ve ATP moleküllerinin parçalanması ile kasılma için gerekli enerji oluşmuştur. Açığa çıkan enerji, aktin ve myozin çubuklarının birbirleri üzerinde kaymaya başlaması için kullanılır. Olayı bir tabancanın ateşlemesine benzetebiliriz. ATP'leri mermi olarak düşündüğümüzde, myozinin Ca^{2+} ile aktifleşmesini, tabanca horozunun kalkması ve myozin-aktin etkileşmesini patlama şeklinde göz önüne getirebiliriz. Troponin ve tropomyozin ise tetiğin çekilmesini engellemeye çalışır. Kasılma olayına karşı koyar. Troponinin Ca^{2+} iyonuna karşı büyük bir tutkusu vardır. Ortamdan sürekli olarak Ca^{2+} alıp götürmek ister.

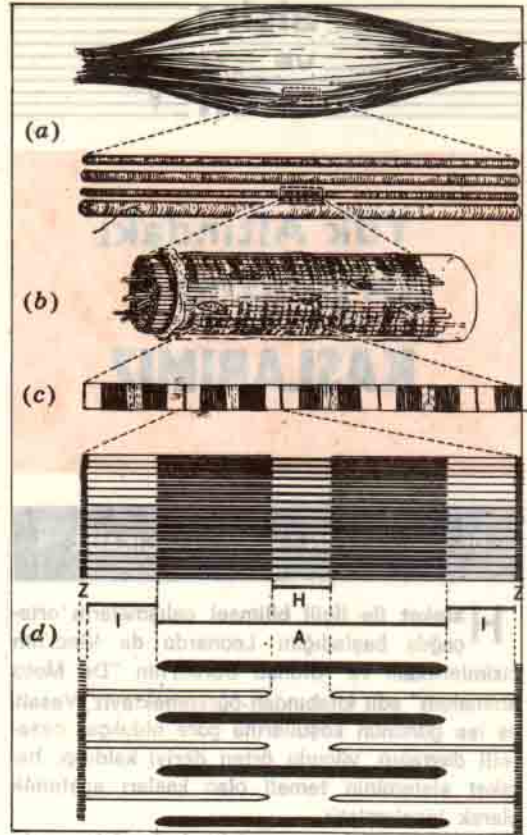
Kas lifi içinde üst üste sıralanmış aktin ve myozin çubukları arasında çapraz köprüler bulunmaktadır. Köprülerin myozine bağlı uçları kapı menteşesi gibidir, diğer uçlar ise serbesttir. Biraz önce değindiğimiz sinir uyarısının ardından hücre zarı elektrik yükünün değişmesi,

Ca²⁺ ortaya çıkışı gibi olaylar, bu serbest uçların aktin çubuklar üzerinde belirli yerlere tutunup, onu çekmesini sağlamaktadır. Çekilen çubuklar birbiri üzerine kayar ve kasın boyu kısalmış olur. Kasın mekanik iş yapması bu olaya, kasılmaya, daha doğrusu kısılmaya bağlıdır. İşte aktin ve myozin çubuklarının katıldığı Ca²⁺ nin büyük görev yaptığı bu kısılmada mekanizması, "kayan çubuklar teorisi" olarak açıklanmaktadır.

Şimdi olayı şöyle birleştirebiliriz: Havuzun kenarında, çıkış platformunda tabancadan start işaretini bekleyen yüzücü, sesi duyar duymaz çizgili kaslarına sinir uyarısını göndererek, kayan çubuklar olayını başlatacaktır. Uyarıların şiddetine göre, hızlı ya da yavaş kısılma-uzama (kasılma-gevşeme) yapan kaslar, yapıştıkları kemikleri eklem çevresinde harekete geçirecek, kulaç ve ayak vuruşları gerçekleşecektir. Burada ilk hareketin başlamasıyla birlikte, kasta depolanmış bulunan yüksek enerjili fosfatlar (ATP ve CP), kasların hareket için gerek duyduğu enerjiyi sağlamak amacıyla bölünmeye başlarlar. Ardından, parçalanmış ATP'ler aerobik ya da anaerobik (oksijenli ya da oksijensiz) yollarla yenilenirler.

Antrenmanlarla, kaslarda aerobik ya da anaerobik enerji üretimi kolaylaştırılır ve hızlandırılabilir. Ayrıca kasın kuvveti artırılabilir. Kas kitlesi de çalışmalarla artmaktadır. Antrenmanlarla, aerobik enerji üretiminde oksijen kullanımı için gerekli enzimler, bu enzimleri içinde depolayan küçük yapıların (mitokondrium) hacim ve sayıları, oksijenin iletilmesinde görevli olan ve kandaki hemoglobinin yaptığı işe benzer rol oynayan myoglobinin denilen bir kas içi proteinin miktarı ve kas glikojeni, yağ asidi gibi enerji kaynakları da artmaktadır. Sürat çalışmalarının temeli olan anaerobik enerji üretimini karşılamak üzere antrenman yapan bir sporcunun kaslarında, ATP yıkımı ve yeniden oluşumu için gerekli enzimler artmıştır. Ayrıca, yüksek enerjili fosfat miktarı da yükselmiştir. Egzersizlere hiç katılmayanlarla, uzun süreden beri antrenman yapan üst düzeydeki sporcuların kaslarından alınan örneklerde, her iki grupta da aynı sayıda kılcıl damar olduğu, ancak antrenman yapanlarda bunlardan açık olanların daha fazla olduğu gözlenmiştir. Dolayısı ile ne kadar fazla kılcıl damar açık işe içinden geçen kan fazla olacak ve o kadar çok oksijen kaslara tasınarak, enerji üretilebilecektir.

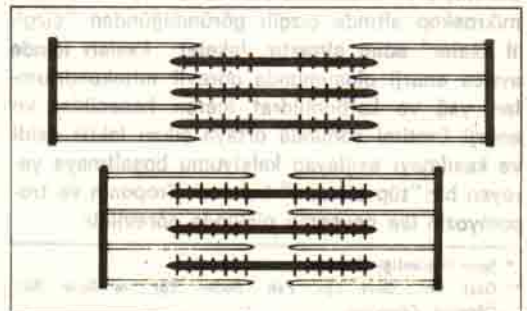
İnsan doğduğu anda kaç adet kas lifi taşıyorsa, ölümlük de aynı sayıda kas lifine sahip-



Çizgili iskelet kasının şematik görünümü (üstte) :

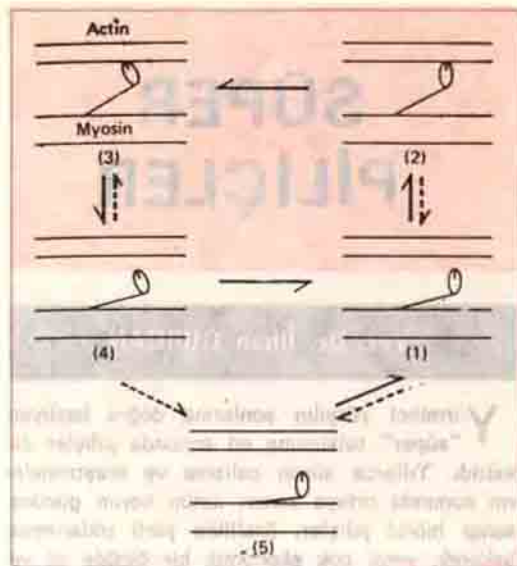
a) Kas içiği, b) Kas lifleri, c) Kas lifi (Mikroskopta çizgili görünüm vermektedir) d) Aktin ve myozin çubuklarının dağılışı (Koyu ve kalınlar myozin, ince ve açık renktekiler aktin).

Kasılma Olayı: Kayan çubuklar teorisine göre kasın kısılması, kalın çubukların, incelerin arasına doğru kayması ve ince çubuklar arasında kalan mesafenin kısılmasıdır (altta).



tir. O halde, çocukluktan yetişkinliğe doğru kuvvetin artışı nasıl olmakta ve yaşlandıkça bu nasıl azalmaktadır? Antrenmanlarda kas lifinin enine olarak genişlemesi ile hacmi artmaktadır. Buna paralel gelişme anlamında hipertrofi diyoruz. Büyüyen ve genişleyen kaslarda proteinler fazlalır ve bu artış, daha çok kayan çubuklardan aktin ve myozindir. İşte kas kitlesindeki bu artış ve kasılmaya katılan toplam kas lifi sayısının artışı, kas kuvveti ile ilgilidir. Yaş Herledikçe, büyüme ile birlikte yapılan antrenmanlar, kaslardaki protein miktarının ve kuvvetin artışı doğurur. Yaşlandıkça, bu kasların kullanımını azaldığından, lifler inceliir ve aralarına yağlar birikir, asıl kas kitlesi ve kuvvet azalır. Antrenmanlar sürdürülürse bu azalma yavaş olmaktadır.

Her ne kadar kas lifleri birbirine benzer görünmekte ise de enine kesitleri özel bir boyama işleminden sonra mikroskopta liflerin bazılarının açık (beyaz), diğerlerinin koyu (kırmızı) renkte oldukları seçilmektedir. İşleyiş bakımından da farklı olan bu liflerden kırmızı olanlar oksijenli (aerobik) enerji üretimi ile çalışan, yaşas kasılabilen ve kuvvet oluşumuna katkısı az olan, ancak aralarında daha fazla kılcal damar ağı dolaşan, küçük yapıda ve güç yorulan liflerdir. Beyaz liflerin özellikleri ise oksijensiz (anaerobik) yolla enerji üretimi yapabilmeleri, çok hızlı kasılabilmeleri ve büyük kuvvet doğurabilmeleri; ancak çabuk yorulan, geniş yapılı ve damar ağları az lifler olmalarıdır. Her iki tip lifin kaslarda bulunuş oranı hemen hemen eşittir. Duruş ve denge ile ilgili kaslarda (örneğin baldırda) kırmızılara, göz küresini hareket ettiren kaslarda ise beyazlara daha sık rastlanılmaktadır. Bu farklılık görev yerine bağlıdır. Sportif performans açısından da önemli olan bu farklı özellikler uzun yıllardır inceleme konusudur. Başarılı sürat ve kuvvet sporcularında (halter, sprint yüzme, koşu, atlamalar ve atmalar gibi branşlar) beyaz liflerin, dayanıklılık sporu yapanlarda (maraton, kros, kayak ve bisiklet gibi) ise kırmızı liflerin daha büyük oranda bulunduğu gözlenmiştir. Böylece yalnızca aerobik ya da anaerobik kapasiteyi geliştirmek için yapılacak antrenmanların yeterli olmayıp, kalıtsal olarak gelen bu kas lifi yapı özelliğinin de önemi açıklık kazanmaktadır. Başka bir deyişle,



Çapraz Köprüler: Çizgili kas kasılması sırasında yer alan fiziksel olayın şematik görünümü :

1. Basamakta myozine menteşe ile tutulan köprü, serbest durumdadır.
2. Basamakta aktin üzerinde, köprünün öbür ayağının dayanması için ayrılan yere köprü iniyor.
3. Basamakta kasılma olayı başlıyor; köprü yardımıyla myozin, aktini çekiyor ve bir kasılma oluyor.
4. Basamakta, köprünün bir ayağı aktinden ayrılıyor.
5. Basamakta kasın gevşek (dinlenme) durumundaki çapraz köprünün görünümü.

Borzov ve Bikila başarılarını biraz da ana ve babalarının kendilerine miras bıraktıkları bu kas lifi yapı özelliğine borçludurlar. ■

Gelecek sayımızda yer alacak dizinin üçüncü yazısında "Sporda Beceri, Algılama ve Öğrenme" konuları üzerinde duracağız.

İnsanın en büyük buluşu, ateş, tekerlek, motor, nükleer enerji ya da maddi dünya ile ilgili herhangi bir şey değildir. İnsanın en büyük buluşu, anlaşarak ekip halinde çalışmaktır...

B. JENNING