

# TABANA KUVVET!

Yürümek ve koşmak... Bacaklarımızla gerçekleştirdiğimiz iki farklı bedensel hareket. Ama ne kadar farklı hareketler olduklarını kaçımız gerçekten biliyoruz? Birçoğumuza göre koşmak, yürümenin hızlandırılmış hali. En azından şöyle bir düşününce belki... ama işin aslı hiç de öyle değil. Yürümenin ve koşmanın bedensel dinamikleri birbirlerinden akla gelmeyecek ölçüde farklılık gösteriyor. Hem de, adımların atılış şekline, her iki hareket sırasında doğrudan ya da dolaylı yoldan görev alan tüm destek yapıları ve bunların hareket mekaniklerine kadar. Deyim yerindeyse, tepeden tırnağa kadar...

Uzun mesafe koşusunda insanın atı geçebileceğini söylesek bize inanırdınız? Bu cümle, zamanında öyle büyük bir bahis konusu oldu ki, 1980 yılında insan ve at arasında geleneksel bir maraton başlatıldı. Birbirinden farklı çok sayıda etabı içeren bu yaklaşık 35 kilometre uzunluğundaki bu parkurda seneler boyunca süren yarış, insan, en sonunda 2004 yılında kazanabildi.

Utah Üniversitesi'nden biyolog Dennis Bramble ve Harvard Üniversitesi'nden paleoantropolog Daniel Lieberman, bahisçilerin çoğunun aksine, maraton sonucuna neredeyse hiç şaşırmamışlardı. Çünkü bu iki araştırmacı, aynı yıl, insanların bugünkü hareket şeklinin gelişim hikayesine yeni ayrıntılar ekleyecek olan hipotezlerinin son ayrıntıları üzerinde çalışıyorlardı. Hipotezlerinin temelindeyse, insan fiziğinin birçok bileşeninin koşmak için, hatta uzun mesafe koşu için ideal tasarım örnekleri olduğu yatıyordu. Bu nedenle de, maratonun sonucu zaten hipotezlerini destekliyordu.

Erken insansuların, ağaçların tepelerindeki yaşantılarını terkederek yere indiklerinde, dik duruş ve iki ayak üzerinde yürüebilme sayesinde büyük bir avantaj yakaladıkları düşünülüyor. Ancak anatomimiz, en azından varlığımızın ilk zamanlarındaki yaşam şeklimizin, yürümekten çok av peşinde koşmaya dayalı olduğunu gösteriyor. Primatların ve diğer çoğu memelinin aksi-

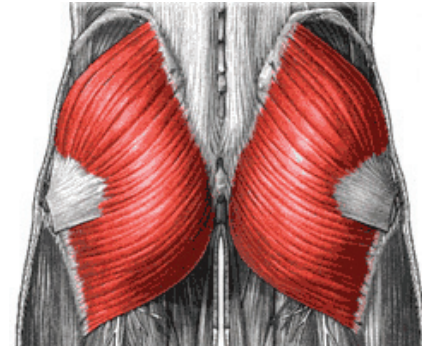
ne, insan şaşırtıcı ölçüde başarılı bir uzun mesafe koşucusu. Belki kısa mesafeler için çok hızlı koşucular değiliz, ama iş uzun süreli koşuya geldiğinde, yalnızca atı değil, hayvanlar aleminin bilinen birçok ünlü koşucusunu rahatlıkla geride bırakabilecek donanıma sahibiz. Bunların en başında, koşarken ani bir yükseliş gösteren vücut sıcaklığının üstesinden başarılı bir şekilde gelebilmek var.



Koşma sırasında, vücut sıcaklığı belirli bir dereceye ulaştığında koşma otomatik olarak durduruluyor. Bu, yalnızca insan için değil, tüm koşabilen canlılar için geçerli. Dolayısıyla da, koşu zamanını uzatabilmenin en önemli şartlarından birisi, vücut sıcaklığını bu kritik derecenin altında tutabilmek. Bu da, sıcaklık kontrol ve dengeleme stratejilerinde başarılı olan canlıya, doğal bir üstünlük getiriyor. Bu açıdan bakıldığında insan, fazla ısıdan kurtulma ve vücut sıcaklığını dengeleme konusunda oldukça başarılı bir tablo sergilemesiyle, uzun mesafe koşusunda rakiple-

rini alt edebilecek özellikte. Derimizin altı, diğer tüm memelilerle karşılaştırıldığında, olağanüstü sayıda ter beziyle donatılmış durumda. Kürkten kurtulmuş ve kılların varlığını yalnızca belirli bölgelere indirgemiş olan vücudumuz da, sıcaklığı uzaklaştırma anlamında çok daha başarılı.

Omurgalı morfolojisi uzmanlarının görüşüne göre, "koşucu" olmak için gereken önemli bir özellikten yoksunuz: ciddi hızlarda koşmaya uyum göstermiş olan hayvanlarda vücudun en önemli bileşeni olan kuyruktan. Kuyruk, son derece önemli bir denge organı, özellikle de iki ayak üzerinde yürüyen (bipedal) canlılarda. Görünen o ki, dünya üzerinde kuyruğu olmadan koşabilen tek bipedal canlı olma sıfatı bize kalıyor. Beraberinde önemli bir soruyla birlikte: Kuyruksuz koşarken dengemizi nasıl sağlayabiliyoruz? Yapılan bir çalışma, bu sorunun yanıtının belki de en beklenmedik vücut bölümü olduğunu gösteriyor. Diğer primatlara göre oransal olarak çok genişlemiş olan kalça bölgemizin en dıştaki kas tabakası "gluteus maximus". Burada kastedilen aslında, tam olarak, halk arasında "popo" tabir edilen bölgeyi meydana getiren kas tabakası. Ancak, yazının devamında biz kendisinden "gluteus maximus" olarak bahsetmeye devam edeceğiz, tabii ki nezaketi elden bırakmamak için... :)



Gluteus maximus

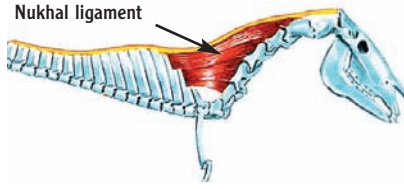
Anatomik açıdan kuyruğun yerini tuttuğu düşünülen bu güzide kas üzerinde çalışan araştırmacılar, EMG tekniğini de kullanmışlar. EMG ya da uzun haliyle elektromiyografi, kasların üzerine elektrotların yerleştirilmesi

yardımla, kasılmayı sağlayan elektriksel aktiviteyi izlemeye yarayan bir teknik. Aynı tekniğin kalp için uygulanan versiyonu olan EKG gibi, izlenen yapıdan alınan elektriksel sinyalleri bir grafik çıktısı oluşturuyor. Aktivite süresince olup bitenler de, bu grafikteki çizgilere, iniş çıkışlara ve zigzaglara göre yorumlanıyor.

Gluteus maximus'tan alınan EMG çıktıları, yürüyüş sırasında yok denecek kadar az bir aktivite gösterirken, koşmaya başladığı andan itibaren olağanüstü bir artış göstererek keskin zigzaglara dönüşüyor. Koşma hızı yükseldikçe, zigzaglar da büyüyerek keskinleşiyor. Hem de, tıpkı bir depremi işaret eden sismograf çıktıları gibi! EMG sonuçlarının işaret ettiği nokta son derece önemli: gluteus maximus'un yürüyüş esnasında hemen hiçbir rolü yok. Onun görevi, koşarken her adımla birlikte ön tarafa doğru devrilmek isteyen gövdemizi engelle-

rek, hareketin dengesini korumak. Aynı kas, bir önemli harekette daha vücudun dengesini sağlıyor: çömelmiş pozisyondayken ayağa kalkma sırasında. Bazı araştırmacılar, bu gerçeğe dayanarak, gluteus maximus'un yalnızca koşmaya uyum sağlamak için gelişmiş olamayacağını öne sürüyor.

Koşucularda dikkati çeken diğer bir anatomik özellik, koşu sırasında başın ağırlığını destekleyen ve kafatasını omurgaya bağlayan kiriş benzeri bir yapı olan "nukhal ligament". Atlar, köpekler, tavşanlar ve daha birçok hayvan, bu yapı sayesinde koşarken başlarını dengede tutabiliyorlar. Bramble'a göre bizlerde de bu yapının bir "versi-



yonu" bulunuyor. Topuğun her yere basışıyla birlikte, kollarımızın değişimli olarak ileri geri hareketi belirli omuz kaslarımızı kasiyor ve ense bölgemizdeki bağ gerilerek, başımızı dengede tutuyor.

Kemikler, üzerlerinde kas ve kiriş bağlantı bölgelerini gösteren çeşitli yarık ya da benzeri ipuçları taşıyorlar. Çeşitli primat kafataslarını inceleyen araştırmacıların raporuna göre, 2 milyon yıl öncesine ait *Homo erectus* kafataslarında nukhal ligamentin bağlanma bölgesini gösteren yarıklar bulunuyor. Ancak, 4,4 milyon yıl yaşındaki akrabalarımız olan *Australopithecus*'ların kafatasları bu izi taşıyor. Çünkü onların boyunlarının, şempanzelerinkine benzer şekilde güçlü kaslarla donatılmış olduğu biliniyor. Böyle bir boyun, başı omuzlara sıkıca bağlıyor ve boyun hareketini kısıtlıyor. Antropologların elindeki ilk *Australopithecus afarensis* örneği olan 3,2 yaşındaki

## Koşmamızda Rol Oynayan Anatomik Özellikler

Anatomimizde, bize özgü olan ve koşmamız sırasında bize yardımcı olan çok sayıda özellik taşıyoruz. Bramble'ın çalışmasına göre, baştan aşağıya olmak üzere, bu özellikler şunlar:

- 1) Kafa derimiz, alınımız ve yüzümüzde bulunan ter bezleri, bu bölgeden geçen damarların içindeki kanı serinletiyor. Bu damarlar da, şah damarımızın yakınından geçerek, beyine giden kanı serinletmeye yardımcı oluyor.
- 2) *Australopithecus*'lara göre daha düz olan yüzümüz, küçük dişlerimiz ve kısa burnumuz, başın ön kısmına fazla ağırlık yapmıyor ve koşma sırasında başın dengesinin sağlanmasını kolaylaştırıyor.
- 3) Kafatasımızın arkasından ensemiz boyunca uzanarak omurgamıza bağlanan kiriş benzeri

bir yapı, şok emici görevini görüyor ve koşu sırasında kollarımız ve omuzlarımız yardımcıyla başımızı dengede tutmamıza olanak veriyor.

- 4) Baş ve boyundan bağımsız hareket edebilen omuzlarımız sayesinde, koşarken başımızı ve vücudumuzun geri kalanını farklı yönlere çevirebiliyoruz.
- 5) Gövde, bel ve kalça kemerinde daralmayla birlikte uzayan boy, derimiz için daha fazla yüzey alanı oluşturuyor. Bu da, daha fazla ter bezi ve daha etkin bir serinleme demek. Bu özellikler ayrıca, vücudun alt ve üst bölümlerinin birbirinden bağımsız olarak hareket edebilmesini sağlıyor. Böylece, bacaklarımızın salınım hareketinden ortaya çıkan güç, vücudumuzun üst bölümünün dengesini bozmuyor.

6) Koşarken vücudumuzun üst bölümünün dengesini iyi sağlayabilmemize yardımcı olan diğer bir özellik, kollarımızın diğer primatlara göre daha kısa oluşu. Bu, aynı zamanda, koşarken kollarımızı bükebilmek için gereken kas gücünü de azaltıyor.

7) Omur kemiklerimiz ve omurların arasında yer alan diskler, diğer primatlarda görülenlere göre çapça daha geniş. Bu özellik, koşu sırasında her adımda vücuda binen yükün daha etkin karşılanmasını sağlıyor.

8) Kalça kemeri ve belkemiği arasında daha geniş ve daha güçlü bir bağlantı sayesinde, vücudumuz, koşarken ortaya çıkan şoku daha iyi soğuruyor.

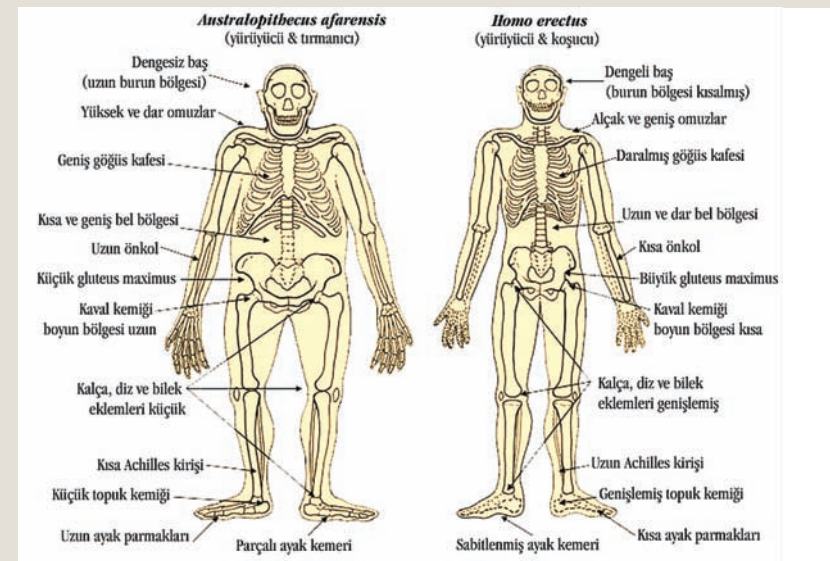
9) Kaval kemiklerimiz gövdemize sıkıca bağlayan iri gluteus maximus kasımız sayesinde, koşarken vücudumuzun dengesini çok iyi sağlayabiliyoruz.

10) Uzun bacaklarımızdaki kemikleri destekleyen kiriş ve bağlar, koşma esnasında mekanik enerjiyi depolayıp açığa çıkaran yaylar gibi görev yapıyorlar. Bu sayede, kas bakımından zayıf olan bacaklarımızın alt kısımlarını hareket ettirmek için daha az enerji tüketiyoruz.

11) Kalçamızın, diz ve bilek eklemlerimizin geniş yüzey alanları, koşu sırasında ortaya çıkan şoku soğurmada bize yardımcı olan bir başka özellik.

12) Ayak kemiklerimizin dizilimi, ayağa sertlik ve dayanıklılık veren bir kemer meydana getiriyor. Bu sayede, yeri daha iyi itebiliyoruz ve tabanlarımızda yer alan bağları birer yay gibi kullanabiliyoruz.

13) Genişlemiş olan topuk kemiğimiz şok soğurmada rol oynarken, kısalmış ayak parmaklarımız ve diğerlerinin yanına "yanaşmış" olan ayak başparmaklarımız sayesinde, yeri daha güçlü bir şekilde itebiliyoruz.



Lucy'nin iskeleti, bu küçük bayanın kesinlikle bir koşucu olmadığını açık şekilde ortaya koyuyor. Kısa boyu (1,1 metre), kısa bacakları, geniş kalça kemeri, uzun kolları ve kısa gövde bölgesiyle Lucy'nin, koşmaktan çok tırmanıcı bir yaşam tarzına sahip olduğu konusunda bilim insanlarının çoğu hemfikir. Ancak, diz eklemlerinin yapısı, onun kesinlikle iki ayak üzerinde yürüdüğünü gösteriyor.

*Homo erectus*'tan itibaren, boyun bölgesinin uzamasıyla birlikte omuzlar alçalıyor ve yürüme-koşma gibi hareketler sırasında başın omuzlardan bağımsız olarak hareket edebilmesi olanaklı hale geliyor. Uzun ve güçlü bacak yapısıyla *Homo erectus*, kesinlikle iyi bir koşucu. Ancak, başı sıkıca kavrayan omuz kaslarından yoksun. Bu noktada da devreye, nukhal ligament giriyor.

Gençlik yıllarında iyi bir koşucu olan Daniel Lieberman, yürüme ve koşma arasındaki mekanik farkları büyük bir ustalıkla açıklıyor. Yürüyüş sırasında ilk önce ağırlık merkezimizi yukarıya doğru hareket ettiriyor ve bacağımızın üzerinde doğru konumlandırarak potansiyel enerji topluyoruz. Ayak kemerinin sertleşmesiyle ileriye doğru adım atarken, potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüşüyor ve diğer ayak havaya kaldırılıyor. Koşma sırasında, bacaklar birer yay görevi görüyor. Her yere basışta kemerin tamamı sıkışıyor ve dizlerimiz bükülmesiyle ağırlık merkezi aşağıya inmiş oluyor. Yere basışla birlikte kinetik enerji, bacaklarımızda bulunan çok sayıda kasılabilir kirişte depolanıyor. Bunlardan



en önemlisi de, baldırın arka kısmındaki kasları topuk kemiğine bağlayarak, ayağın aşağı yukarı hareketini sağlayan büyük ve kalın Achilles tendonu. Her koşu adımında bu kirişler önce genişliyor ve sonra yeniden kısalıyorlar, ve bir sonraki adıma geçiyoruz. Bütün bu kirişler ve bantlar, yalnızca ciddi koşucular olan canlılarda bulunan destekleyici yapılar. Yürüme sırasında, bu yapıların neredeyse hiç rolü yok.

Araştırmacıların cevap aradıkları soruya, insanın neden bir koşucu haline gelmiş olabileceği. Paleontologların ve arkeologların bir arada yürüttüğü çalışmalar, et ve kemik iliğiyle beslenmenin, *Homo erectus*'tan önce yaşamış olan *Homo habilis*'le başladığını gösteriyor. Ancak, ağaçlardan yeni inmiş olan bu insanların protein ağırlıklı beslenebilmek için, çok iyi avcılar olan büyük kedigiller, sırtlanlar ve diğer yırtıcılarla rekabet etmeleri gerekiyordu. Daha iyi bir avcı olma isteğinin (ya da zorunluluğunun) daha iyi bir koşucu

haline gelmeyi gerektirmiş olması, çok güçlü bir olasılık. Bu olasılık, 3 farklı senaryoyu içeriyor: 1) Avın uzun süre koşturularak yorulması ve "pilinin bittiği" zaman yakalanması, 2) Başka bir yırtıcının avladığı hayvanın etrafına üşüşen leş yiyicilerin üzerine koşarak onları savuşturma ve leşe "konma", 3) Koşarak ava yetişme ve çeşitli el aletleri ya da ilkel silahlarla onu avlama. Ancak, tabii ki madalyonun bir de diğer yüzü var. Koşmak yalnızca avlanmakta işe yaramakla kalmıyor, etraftaki diğer yırtıcılardan kaçmak için de neredeyse tek yol.



Daniel Lieberman

Bilim insanlarının bir kısmı, en başarılı koşucu sayılabilecek olan insan örneğinin, ilk ilkel silahın yapılmasından hemen önce yaşadığını düşünüyor. Onlara göre, silahla avlanmaya başlamak, insana "tabana kuvvet" stratejisinin dışında da bir seçeneği olduğunu gösterdi. Hem de daha az enerji tüketimi gerektiren bir seçenek. Yoksa mertlik, daha o zamanlardan bozulmaya başlamış mıydı? Bir yandan da, insan ister istemez düşünüyor, acaba mertliği bozan aslında silahın kendisi mi yoksa etle beslenerek gelişmesini sağladığımız ve bizlere ta o ilk dönemlerde silah yapmayı akıl ettiren beynimiz mi?

Deniz Candaş

## Atları Dizginleyen Ne?



Atların çok başarılı koşucular oldukları bir gerçek. Ancak, bir diğer gerçek de, atların performansında yıllardır herhangi bir gelişme olmadığı. İnsana, çeşitli antrenman teknikleriyle fiziksel gücünü ve verimliliğini geliştirebiliyor. Yıllar geçtikçe keşfedilen yeni antrenman teknikle-

ri sayesinde, kasların gücü ve vücutta oksijenin kullanımı artırılıyor. Atların bir diğer çıkmazı da, anatomik yapıları nedeniyle kaslarının gücünü ya da oksijen kullanım kapasitelerini artıramıyor olmaları. Koşu dinamiklerinde her adımında gerçekleşen vücut ve iç organ hareketleri nedeniyle, her adımda bir nefes alıyorlar ve hatta bu nefesi de yalnızca burunlarından alabiliyorlar. Bu nedenle, daha hızlı koşmak istediklerinde adım sayılarını artıramıyorlar. Bunun yerine ayakları arasındaki mesafeyi artırıyorlar, ki bu da bir süre sonra soluklarının kesilmesine neden oluyor ve hızlarını düşürmek zorunda kalıyorlar.

İnsan anatomisini ve koşu dinamiğini diğer koşucularla karşılaştırma çalışmalarında gözlenen özelliklerden biri de, aynı hızda koşarken, insanın bacaklarının adımlama hareketini atın bacaklarından daha yavaş yaptığı. Bu da, bir koşu adımında insanın attan çok daha fazla mesafe kat ettiği anlamına geliyor.

Kaynaklar  
Chen, I. "Born To Run" Discover Vol. 27 No. 05, Mayıs 2006  
<http://www.medicalnewstoday.com/medicalnews.php?newsid=16534>  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Lucy\\_%28Australopithecus%29](http://en.wikipedia.org/wiki/Lucy_%28Australopithecus%29)  
<http://www.the-aps.org/press/aps/06/derby.htm>  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Homo\\_erectus](http://en.wikipedia.org/wiki/Homo_erectus)  
<http://home.usit.net/~cmdaven/human.htm>