

# Yaşlanmayla gelişen femoral gövde eğilmesi: Anadolu'da yaşayan yetişkin beyazlar üzerinde yapılmış dijital radyolojik bir çalışma

Hakkı Muammer Karakaş, Ahmet Harma

## AMAÇ

Anadolu'da yaşayan beyaz erkek ve kadınlarda femur gövdesinin boyutlarını ve yaşlanmayla ilişkisini tespit etmek.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Maksimum femoral uzunluk (MFU), orta-gövde transvers çap (OTÇ), ve ön eğilme (ÖE) değerleri 104 yetişkinde ölçüldü. Lineer boyutlar ve femur gövdesinin ÖE'si dijital görüntüler üzerinden tespit edildi.

## BULGULAR

Erkeklerde, ortalama MFU, OTÇ ve ÖE sırasıyla 448.2 mm, 26.5 mm ve 759.3 mm olarak ölçüldü. Kadınlarda bu ölçümler sırasıyla 419.0 mm, 25.6 mm ve 779.5 mm olarak bulundu. Erkeklerin kadınlara oranla daha uzun MFU'ya sahip oldukları ( $P < 0.0001$ ), diğer parametrelerde ise fark olmadığı tespit edildi. MFU kadınlarda yaşla koreleyken ( $r = -0.374$ ,  $P < 0.005$ ), erkeklerde değildi. Kadınlarda MFU 45 yaşa kadar azalmaya devam ederken daha sonra sabit kalmaktaydı. OTÇ, erkeklerde ergenlikten erişkinliğe kadarki dönemde yaşla korele bir şekilde artış göstermekteydi ( $r = 0.428$ ,  $P < 0.002$ ). Kadınlarda ise bu korelasyon anlamlı olmamakla beraber 30 yaş sonrasında hafif bir çap artışı görüldü. Yaş ve ÖE değerleri kadınlarda anlamlı bir şekilde koreleydi ( $r = -0.401$ ,  $P < 0.003$ ) ve artan yaşla birlikte ÖE değeri de sürekli artmaktaydı. Erkeklerde ise ÖE ve yaş arasında anlamlı bir korelasyon bulunamadı.

## SONUÇ

Erkeklerde yaşla birlikte görülen kesitsel kemik yüzeyi artışı, yetişkinlik süresince kazanılan mekanik bir adaptasyonla ilişkilendirilebilir. Kadınlarda bu telafi edici mekanizmanın çok daha az etkin bir şekilde çalıştığı görülmekle beraber tüm bu olayların sonucunda femur ÖE'si ve kemiğin kısalması kaçınılmaz olmaktadır.

## Anahtar sözcükler

• kemik • yaşlanma • femur • femur morfolometrisi

İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Bölümü (H.N.K.  
✉hkarakas@inonu.edu.tr), Malatya, Türkiye.

İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji  
Bölümü (A.H.), Malatya, Türkiye

Gelişi 16 Mart 2007; kabulü 15 Kasım 2007.

Yaşla beraber olan kemik kitlesi değişiklikleri iyi tanımlanmış olup, çocukluk ve adolesan dönemde artış, orta yaşta onarım ve 50 yaş civarı sonrasında azalma ile karakterizedir (1-3). Bu değişiklikler kadın ve erkeklerde farklılık gösterir (3, 4). Farklılık puberte sırasında seks hormonları tarafından belirlenir ve kadın kemiklerinin doğal olarak erkeklerden daha küçük olmasıyla sonuçlanır (5). Her nasılsa, hem şekil hem de boyut anlamında morfolometrik değişikliklerin tanımlamaları sınırlıdır.

Femur açısından baktığımızda, yaşlanma konusundaki morfolometrik çalışmalar asıl olarak kemiğin proksimal bölümüne odaklanmıştır. Proksimal bölümden daha kuvvetli olması ve yaşa bağlı kırıklara eğilimli olmaması nedeniyle gövdenin morfolometrisi benzer şekilde araştırılmamıştır. Bulabildiğimiz tüm çalışmalar, ya femoral medullanın intramedüller çivilerle uyumluluğunu belirlemek (6, 7) ya da etnik, irksal veya cinsiyetler arası farklılıkları araştırmaya (8-13) yöneliktir.

Yük taşıyan kemikler kemiğin şekli ve yapısının değişmesine neden olan eksternal kuvvetlere devamlı maruz kalırlar (mekanik yüklenme) (14, 15). Femur gövdesinin, plastik deformasyon olarak bilinen özel bir reaksiyona neden olan, kompresyon ve eğme stresi şeklinde mekanik yüklenmelere maruz kaldığı bilinmektedir (16). Bu reaksiyonun özellikleri, uzun tübüler bir kemiğin kırılmaksızın kalıcı şekilde eğilmesi ve takip grafilerde görülen periosteal reaksiyonlardır. Yaşla birlikte morfolojik değişikliklere yol açan periosteal genişleme, bu gibi mekanik etkileri dengelemek için gelişiyor olabilir.

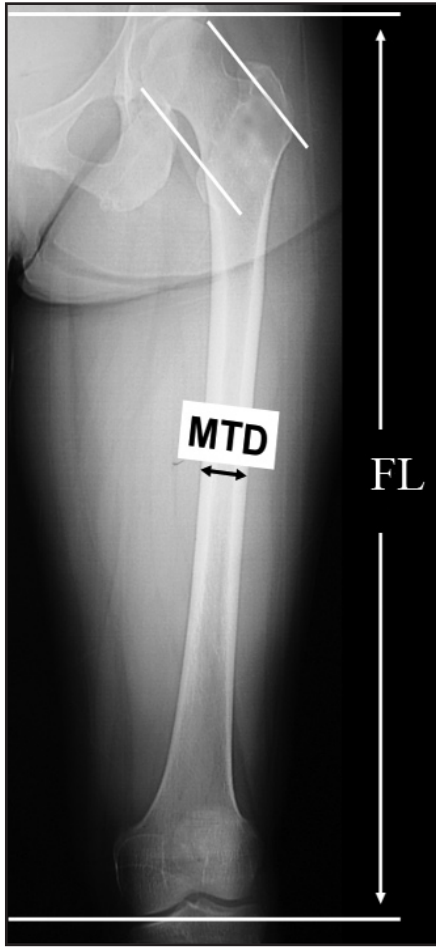
Bu çalışmada, kadın ve erkeklerdeki olası farklı kemik yaşlanması mekanizmalarını belirlemek için femur gövdesi geometrisindeki yaş ve cinsiyetle ilişkili doğal varyasyonlar araştırılmıştır.

## Gereç ve yöntem

### Çalışma olguları

Çalışma olguları doğu Anadolu'da yaşayan beyaz erişkinlerdi. Kurumuza kulak-burun-boğaz veya dermatoloji problemleri gibi ilgisiz minör nedenlerle başvuranlar ya da aynı kuruma başvuran hastaların yakınları arasından katılmışlardır. Kurumun klinik araştırmalar için etik komitesi çalışma protokolünü onayladı ve tüm olgulardan bilgilendirilmiş onam formu alındı.

Kronik hastalığı olan ya da fiziksel olarak inaktif olgular çalışmadan çıkarıldı. Tüm olgular ortopedist tarafından gerçekleştirilen fizik muayene-neden geçti ve ortopedik bozukluğu bulunanlar çalışmadan çıkarıldı. Çalışma grubu yaşları 18 ve 68 arasında değişen (ortalama yaş: 40.9 yıl; SD: 14.7 yıl) 104 olgudan (50 erkek ve 54 kadın) oluştu. Aynı olgular femoral çiviler (6) ve adli tıp (13) hakkındaki başka klinik çalışmalara da katıldı.

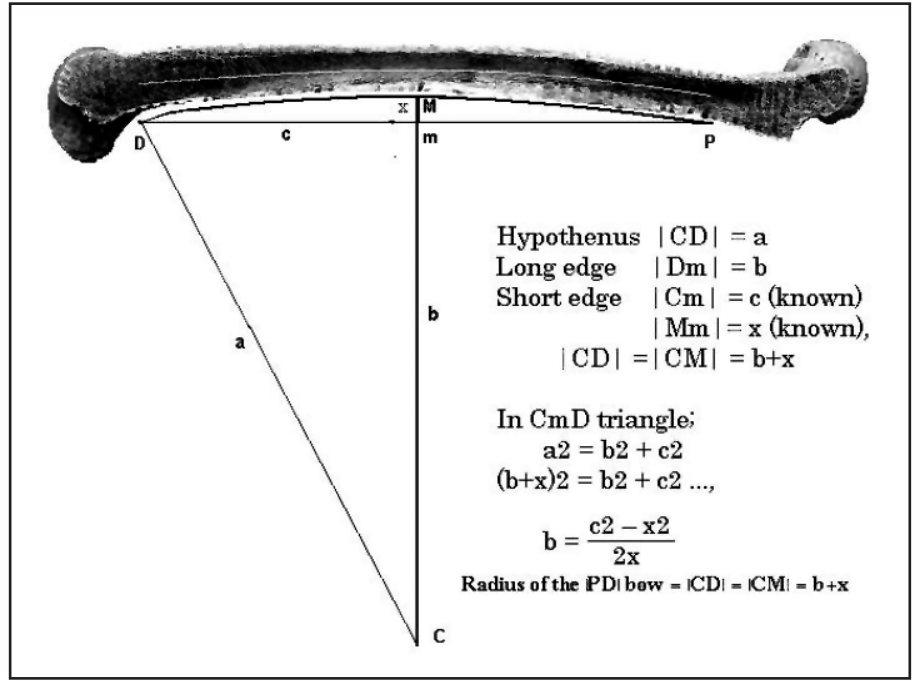


**Şekil 1.** Sol femurun anteroposterior projeksiyonda skenogramı. Maksimum femoral uzunluk (FL) ve orta-gövde transvers çapı (OTÇ) ölçümleri görülüyor.

#### Femoral ölçümler

Her iki bacağın, bilgisayarlı tomografi (BT) tarayıcısı (Tomoscan Secura, Philips, Best, Hollanda) kullanılarak anteroposterior ve lateral dijital radyografi görüntüleri (BT skenogramları) elde olundu. Bu yöntemi tercih etmemizin nedeni günümüzde spiral BT tarayıcıların skenogram modunda 180 cm veya üzerinde devamlı dijital görüntü alabilme kapasitesinde olmasıdır. Bu yöntemle elde olunan görüntü alanı, günümüzde dijital radyografi ekipmanlarıyla kullanılan ve 40 cm'den küçük görüntü alanı sağlayan düz panel dedektörlerle elde edilenden çok daha geniştir. Femur veya tüm vücut gibi uzun yapıları görüntülemek için geniş bir görüntü alanı gereklidir. Ayrıca BT, aynı seansta kesitsel görüntüleme yapabileme ve ham görüntülerin DICOM'da (digital imaging and communications in medicine) gelecek çalışmalarda kullanılabilme üzere arşivlenebilmesi avantajlarına sahiptir.

Anteroposterior ve lateral skenogramlar olgular supin pozisyondayken elde olundu. Anteroposterior görüntüler için her iki



**Şekil 2.** Öne eğilmenin lateral projeksiyonda temsili dijital görüntü üzerinde hesaplanması (orijinali kaynak 6'da yayınlanmıştır).

bacak uzatıldı. Lateral görüntüler alınırken sağ kalçayı 40-45 derece arasında fleksiyonda tutabilmek için altına sünger bir yastık yerleştirildi. Bu yöntem sağ ve sol femur proksimallerinin radyolojik olarak üstüste binmesini engeller. Lateral görüntüler için dedektör sırası tarayıcının sol tarafına yerleştirildi. Skenogramla longitudinal boyutların magnifikasyonu minimalken, transvers yönde magnifikasyon kesinlikle mevcuttu. Dolayısıyla ölçümler için tarayıcının dedektör dizisine daha yakın olan ve magnifikasyon etkilerinden nispeten etkilenmeyen sol femur kullanıldı. Radyografik görüntüler, ölçümlerin yapıldığı video film üzerine kopyalandı.

Maksimum femoral uzunluk (MFU) ve orta-gövde transvers çapı (OTÇ) Martin ve Saller yöntemine göre frontal görüntüler üzerinde ölçüldü (12) (Şekil 1). MFU, femur başının en üst kenarından medial kondilin en alt kenarına kadar ki maksimum mesafeydi. OTÇ gövdenin ortasındaki transvers çaptı.

Öne eğilme (ÖE) Harma ve Karakas'ın yöntemine göre lateral görüntüler üzerinde ölçüldü (6, 13). Bu yöntemle femoral eğrilik bir yay olarak kabul edilip, posterior korteksten başlayarak bu yayın ait olduğu hayali dairenin yarı çapı hesaplanmıştır. Posterior kortikal yayı oluşturan 3 nokta şu şekilde belirlendi: 1. Proksimal, küçük trokanterin alt kenarı (P); 2. distal, kondilin genişlemeye başladığı yer (D); 3. Orta nokta, proksimal ve distal noktalar arasındaki yarı mesafe (M). Bu referans noktalarının belirlenmesinden sonra, P ve D'yi (PD)

birleştiren çizgi çizildi. P ve D arasındaki mesafe ve PD çizgisi ve M noktası arasındaki en kısa mesafe (Mm) ölçüldü. PMD yayının ait olduğu hayali dairenin yarı çapı (CmD üçgeninin hipotenüsünün uzunluğu)  $a^2 = b^2 + c^2$  (daha fazla detay için Şekil 2'ye bakınız) formülü kullanılarak hesaplandı.

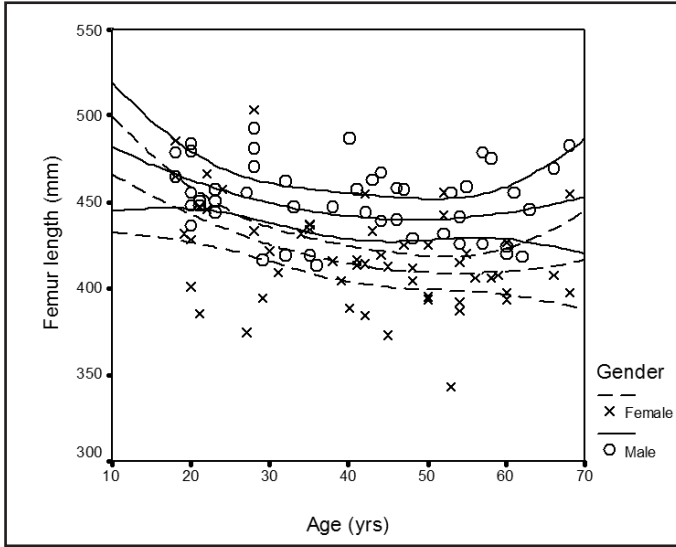
#### İstatiksel analiz

Tüm sonuçlar ortalama  $\pm$  SD olarak belirtildi. Veriler bağımsız örnekler için Student's t-testi ve Pearson's moment korelasyon katsayıları kullanılarak analiz edildi.  $P < 0.05$  anlamlılık eşiği olarak kabul edildi.

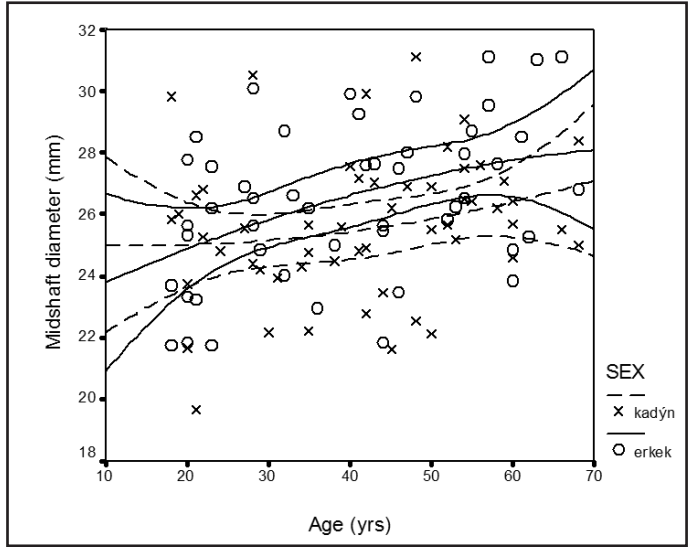
#### Bulgular

Erkeklerde ortalama MFU 448.2 mm, ortalama OTÇ 26.5 mm ve ortalama ÖE 759.3 mm'di. Bu ölçümler kadınlarda sırasıyla 419.0 mm, 25.6 mm ve 779.5 mm'di (Tablo). MFU gözönüne alındığında erkek ve kadınlar arasında anlamlı farklılık vardı ( $P < 0.0001$ ) ve erkekler kadınlardan daha uzun MFU'ya sahipti. OTÇ ve ÖE konusunda erkek ve kadınlar arasında istatistiksel farklılık yoktu.

Kadınlarda MFU ve yaş anlamlı olarak koreleyken ( $r = -0.374$ ,  $P < 0.005$ ), erkeklerde anlamlı korelasyon yoktu. Görüntür MFU kadınlarda 45 yaşa kadar azalıp daha sonra sabit kaldı (Şekil 3). OTÇ erkeklerde yaşla anlamlı şekilde koreleyken ( $r = 0.428$ ,  $P < 0.002$ ), bu korelasyon kadınlarda anlamlı değildi. İlgili dağılım çizimi erkeklerde OTÇ'de adolesanstan olgunluğa doğru



Şekil 3. Yaş ve maksimum femoral uzunluk arasındaki ilişkiyi gösteren dağılım çizimi.



Şekil 4. Yaş ve femur orta-gövde transvers çapı arasındaki ilişkiyi gösteren dağılım çizimi.

bir artış gösterdi. Kadınlarda 30 yaştan sonra çapta sadece hafif bir artış vardı (Şekil 4). ÖE ve yaş, ÖE'nin 55 yaşa kadar devamlı arttığı (yarıçapı gösteren ÖE değerinde bir azalma) kadınlarda anlamlı olarak koreleledi ( $r = -0.401$ ,  $P < 0.003$ ) (Şekil 5). ÖE ve yaş erkeklerde anlamlı şekilde korele değildi.

#### Tartışma

Bu çalışmada erkek femurları kadınlardankinden daha uzundu. Giriş bölümünde belirtildiği gibi, bu farklılık pubertede seks hormonları tarafından belirlenir ve kadın kemiklerinin doğal olarak daha erkeklerinden daha küçük olmasıyla sonuçlanır (5). Kadınlarda, 45 yaşa kadar azalış daha sonra sabit kalan görünür MFU yaşla anlamlı şekilde koreleledi (Şekil 3).

Femur, şekli ve yapısını değiştiren dış güçlere sürekli maruz kalır. Femurun yaşa bağlı olarak kılınmasının en azından kısmen aksiyel yüklenme ve eğme kuvvetlerine bağlı olduğunu varsayıyoruz. Bu değişiklikler, adı geçen mekanik güçlere

göre yönlendirilmiş ve koruyucu bir mekanizma olarak hizmet eden yeniden modellenme sürecine bağlıdır. Bu bağlamda, örneğin vertebral korpuslar aslen kompresif güçlere maruz kalıp yaşa bağlı bir yükseklik ve maksimum genişliklerinde yaşa bağlı bir artış gösterirler (15, 17). Bu çalışmanın sonuçları erkek femurlarında benzer bir mekanizma olduğunu düşündürmektedir. Femoral gövdenin OTÇ'si muhtemelen MFU'yu korumaya yardım etmek için, erkeklerde adolesanstan olgunluğa doğru anlamlı artış gösterdi. Tersine kadınlar OTÇ'de bir artış göstermedi (Şekil 4). OTÇ'nin sabitliğine MFU'da bir azalma eşlik etti. Benzer bir fenomen Russo ve arkadaşları tarafından tibial kemiklerde gözlenmiştir (3). Yaşları 20 ve 102 arasındaki erkek ve kadınlarda trabeküler ve kortikal kemik dansite ve kitlesi ile tibial seviyedeki geometrik dağılımı kantitatif BT kullanarak araştırmışlardır. Bulgularına göre trabeküler ve kortikal kemik dansitesi yaşla birlikte lineer azalmakta olup yaşa bağlı azalmanın eğimi kadınlarda erkek-

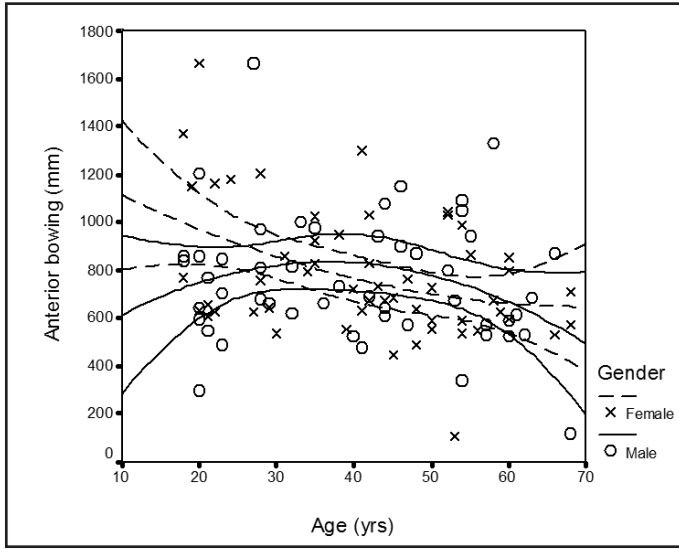
lerden daha keskindir. Kemikğin toplam kesitsel alanı yaşla birlikte progresif olarak genişlemektedir, ancak yaşa bağlı artışın önemi erkeklerde kadınlardan anlamlı olarak daha fazladır. Eğmeye karşı mekanik direncin bir göstergesi olan minimum eylemsizlik momenti erkeklerde yaşla sabit kalırken, yaşlı kadınlarda gençlere göre anlamlı olarak düşüktür (%0.5 yılda) (3).

Kadınlarda femoral kılınmanın ÖE'den kaynaklandığı düşünüldü. Bu varsayım, kadınlarda bu parametre ve yaş arasında anlamlı korelasyon bulunması ile desteklendi. Kadınlarda yaklaşık 55 yaşına kadar ÖE'de sabit bir artış vardı (Şekil 5). Bu parametrenin en azından kendi başına ırk veya cinsiyet farkı göstermediği bilinmektedir (3, 8). Gilbert'e göre (8), düşük ağırlık indeksli Afrika kökenli Amerikalılar ve beyaz Amerikalı bireylerin femurları kendi ırklarının örneklerine göre daha az eğikken; yüksek ağırlık indeksli bireylerin femurları kendi ırklarının örneklerine göre daha fazla eğiktir. Gilbert ayrıca önceki çalışmaların öne sürdüğü, anterior femoral eğriliğinin ekspres-

Femur gövdesi parametrelerinin cinsiyete göre karşılaştırılması.

	Parametre	n	Minimum	Maksimum	Ortalama	SD
Erkek	MFU	50	293.3 mm	492.7 mm	448.2 mm	30.5 mm
	OTÇ		21.8 mm	31.1 mm	26.5 mm	2.5 mm
	ÖE		117.8 mm	1665.7 mm	759.3 mm	269.6 mm
Kadın	MFU	54	342.7 mm	503.3 mm	419.0 mm	29.1 mm
	OTÇ		19.7 mm	31.1 mm	25.6 mm	2.3 mm
	ÖE		108.8 mm	1665.7 mm	779.5 mm	267.4 mm

MFU maksimum femoral uzunluk; OTÇ: orta-gövde transvers çap; ÖE: öne eğilme; SD: standart deviasyon.



Şekil 5. Yaş ve femur gövdesinde öne eğilmenin arasındaki ilişkiyi gösteren dağılım çizimi.

yonu için genetik temelin, zamanla ilişkili, postural veya binicilikle ilgili etkilerden çok, vücut ağırlığına karşı insani plastik bir yanıtın parçası olduğunu varsaydı. Gilbert'in varsayımına ek olarak, eğilmenin derecesinin ayrıca femur gövdesinin genişlemesi gibi ters çalışan mekanizmalarca belirlendiğini düşünüyoruz; yine de ölçümlerin alındığı orijinal çalışmanın böyle ölçümler gerektirmemesi nedeniyle olgularımızın boy ve ağırlıklarını kaydetmemiştiğimiz (6). Bununla birlikte, bu çalışmamızın en önemli sınırlamasını oluşturmaktadır. Bu konuda yapılacak gelecek çalışmalarda, bu ölçümlere göre boyutlar düzeltilmelidir. Elbette ki grubumuzdaki erkekler kadınlardan daha büyük vücutlara sahipti ve bu MFU'lardaki farklılıklardan bellidir. Avrupa'nın çoğu ve tabii ki Türkiye'de de, yaşlı olgular gençliklerinde yokluğa fazla maruz kalmaları dolayısıyla daha küçük vücutlara sahiptir. Ayrıca yaşlı kadınlarda femoral ÖE'nin daha yüksek düzeyde olmasının nedeni gençlikleri boyunca daha ağır düzeyde fiziksel iş yapmaları ve ağır yük taşımaları olabilir.

Sonuç olarak, büyümekte olan erkeklerdeki femoral OTÇ artışı, erişkinlikte yeterli kemik mekanik gücünün sağlanmasına katkıda bulunuyor olabilir. Kadınlarda bu kompensatuar mekanizma daha az etkin görünmekte ve dolayısıyla kadın kemiklerinin mekanik gücü yaşla birlikte azalmaktadır. Bu sürecin sonucu, femurun görünür ÖE'si ve kemiğin kaçınılmaz ve görünür şekilde kılınmasıdır. Femur gövdesinin daha ileri dantometrik ve trabeküler çalışmaları, bu aksiyel kuvvetlere karşı koyan mekanik yüklenme ve diferansiyel süreçlerin gerçek etkilerini belirleyebilir. Bu bağlamda, farklı anti-rezortif ajanların femoral eğilme üzerinde yalnız başına veya ekzersizle birlikte olan etkileri, halen tanımlanmayı beklemektedir.

#### Kaynaklar

1. Ballabriga A. Morphological and physiological changes during growth: an update. *Eur J Clin Nutr* 2000; 54 Suppl 1:S1-6.
2. Mosekilde L. Mechanisms of age related bone loss. *Novartis Found Symp* 2001; 235:150-166.
3. Russo CR, Lauretani F, Bandinelli S, et al. Aging bone in men and women: beyond changes in bone mineral density. *Osteoporos Int* 2003; 14:531.
4. Mosekilde L. Bone structure and function in relation to aging and the menopause. *Maturitas* 1997; 27 Suppl 1:4.
5. Rizzoli R. Determinants of peak bone mass. *Ann Endocrinol (Paris)* 2006; 67:114-115.
6. Harma A, Gemen B, Karakas HM, Elmali N, Inan M. The comparison of femoral curves and curves of contemporary intramedullary rods. *Surg Radiol Anat* 2005; 27:502-506.
7. Harper MC, Carson WL. Curvature of the femur and the proximal entry point for an intramedullary rod. *Clin Orthop* 1987; 220:155-161.
8. Gilbert BM. Anterior femoral curvature: its probable basis and utility as a criterion of racial assessment. *Am J Phys Anthropol* 1975; 45:601-604.
9. Gill WG. Racial variation in the proximal and distal femur: heritability and forensic utility. *J Forensic Sci* 2001; 46:791-799.
10. Hrdlicka A. The human femur: shape of the shaft. *Am J Phys Anthropol (Anthropologie, Praha)* 1934; 12:129-163.
11. Stewart TD. Anterior femoral curvature: its utility for race identification. *Hum Biol* 1962; 34:49-62.
12. Trudell MB. Anterior femoral curvature revisited: race assessment from the femur. *J Forensic Sci* 1999; 44:700-707.
13. Harma A, Karakas HM. Determination of sex from femur in Anatolian Caucasians: a digital radiological study. *J Forensic Leg Med* 2007; 14:190-194.
14. Henschke F, Pesch HJ. [The structure of the spongy bone in lumbar vertebrae and the neck of the femur: a comparative analysis

of the age-dependent remodelling process] (article in German). *Microsc Acta Suppl* 1980; Suppl 4:124-128.

15. Cvijanovic O, Bobinac D, Zoricic S, et al. Age- and region-dependent changes in human lumbar vertebral bone: a histomorphometric study. *Spine* 2004; 29:2370-2375.
16. Povacz F. [Plastic deformity of the long tubular bones] (article in German). *Unfallchirurgie* 1988; 14:38-42.
17. Scharf HP, Pesch HJ, Lauer G, Seibold H. Changes in form and structure of vertebrae as a manifestation of mechanical loading. *Microsc Acta Suppl* 1980; Suppl 4:129-134.

#### FEMORAL SHAFT BOWING WITH AGE: A DIGITAL RADIOLOGICAL STUDY OF ANATOLIAN CAUCASIAN ADULTS.

##### PURPOSE

To determine dimensions of the femoral shaft and to determine their associations with age in adult Anatolian Caucasian males and females.

##### MATERIALS AND METHODS

Femoral length (FL), midshaft transverse diameter (MTD) and anterior bowing (AB) was studied in a sample of 104 adults. These linear dimensions and anterior bowing of the femoral shaft were measured on digital images.

##### RESULTS

For males, mean FL, MTD and AB were 448.2 mm, 26.5 mm, and 759.3 mm, respectively. For females these measurements were 419.0 mm, 25.6 mm, and 779.5 mm. Males had longer FL ( $p < 0.0001$ ). There was no difference between males and females regarding other parameters. FL and age was correlated in females ( $r = -0.374$ ,  $p < 0.005$ ), whereas they were not correlated in males. In females, FL was decreasing until about 45 years of age, and stabilizing thereafter. MTD was correlated with age in males ( $r = 0.428$ ,  $p < 0.002$ ), and this parameter was increasing from adolescent to maturity. This correlation was insignificant in females and there was only a slight increase in diameter and only after about 30 years of age. AB and age was significantly correlated in females ( $r = -0.401$ ,  $p < 0.003$ ) and there was a constant increase in bowing. The correlation of AB and age was insignificant in males.

##### CONCLUSION

The increase in bone cross-sectional area in aging males may contribute to the maintenance of adequate mechanical competence during adulthood. In females this compensatory mechanism appears to be much less efficient and, accordingly, the end result of this process is the anterior bowing of the femur and inevitable shortening of the bone.

##### Key words:

• aging bone • femoral shaft • femur morphometry • sex difference

*Diagn Interv Radiol* 2008; 14:29-32