

Postmenopozal Türk Kadınlarında Femur Geometrik Ölçüm Sonuçları

The Femoral Geometrical Measurements in Postmenopausal Turkish Women

Çalış HT*, Eryavuz M**, Çalış M***, Can G****

ÖZET

Femur geometrik ölçümlerinin osteoporotik kalça kırığı riskini değerlendirmede önemli olduğu bildirilmektedir. Bu çalışmadaki amacımız Türk kadınlarında normal femur geometrik ölçümlerini belirlemektir.

Türk kadınlarının normal değerlerini %95 güven aralığında yansıtacak 232 kadın uygun örneklem yolu kullanılarak seçildi. Olguların hepsi kalça kırığı hikayesi olmayan postmenopozal kadınlardı. Kalça eksen uzunluğu (KEU), femur eksen uzunluğu (FEU), asetabuler genişlik (AG), femur başı genişliği (FBG), femur boyun genişliği (FBOG), femur shaft genişliği (FŞG), trokanterler arası genişlik (TAG), femur boynu medial kortikal kalınlığı (FBMKK), femur shaftı medial kortikal kalınlığı (FŞMKK), femur shaftı lateral kortikal kalınlığı, femur boynu ile shaftı arasındaki açı (FB-Ş) standart AP x-ray grafide ölçüldü.

Olguların ortalama yaş, kilo, boy, vücut kitle indeksi (VKİ) değerleri: 62.5 ± 7.4 , 70.84 ± 12.5 , 157.5 ± 6.7 , 28.58 ± 4.9 şeklindeydi. Sağ ve sol kalça için femur geometrik ölçüm sonuçları: KEU: 130.5 ± 8.9 , 130.1 ± 9.0 ; FEU: 112.7 ± 6.9 ,

ABSTRACT

Femoral geometric measurements have been suggested to be important in the evaluation of the risk of osteoporotic hip fracture. The aim of this study was to determine the normal values of femoral geometric measurements in Turkish women.

232 women were selected by using suitable sample procedure to reflect Turkish women normal values (%95 interval of confidence). All of them were over 50 years of age postmenopausal women and none have had history of hip fracture. Hip axis length (HAL), femoral neck axis length (FNAL), acetabular width (AW), femoral head width (FHW), femoral neck width (FNW), femoral shaft width (FSW), intertrochanteric width (ITW), cortical bone thickness of the medial femoral neck (NMCT), medial femoral shaft cortical bone thickness (SMCT), lateral femoral shaft (SLCT), cortical bone thickness, femoral neck-shaft angle in degrees (N-SA) were measured bilaterally on standart AP plain pelvic X-ray radiograms.

In the subjects mean age, weight, height and body mass index (BMI) were 62.5 ± 7.4 , 70.84 ± 12.5 , 157.5 ± 6.7 , 28.58 ± 4.9 respectively. Mean values of femoral geometric measurements for right and

(*) Sosyal Sigortalar Kurumu Bölge Hastanesi, Kayseri

(**) İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon AD, İstanbul

(***) Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon AD, Kayseri

(****) İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Halk Sağlığı AD, İstanbul

112.5±6.9 ; FBG: 53.3±3.2, 53.0±3.4; FBOG: 35.8±2.8, 35.9±2.7; FŞG: 37.6±3.0, 37.7±3.1; TAG: 62.5±5.3, 63.0±3.9; FBMKK: 2.1±0.7, 2.0±0.6; FŞMKK: 7.8±1.4, 7.1±1.3; FŞLKK: 7.0±1.3, 7.1±1.3; FB-Ş: 128.9±5.9, 128.9±5.8. olarak bulundu. Sağ ve sol taraf ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu. Biz bu sonuçların Türk kadınlarının femur geometrik ölçümlerini temsil ettiğini ve bu değerlerin beyaz ırktan olan kadınların sonuçlarıyla benzer olduğunu düşünüyoruz.

Anahtar kelimeler: Postmenopozal Türk kadınlar, femur geometrik ölçümleri, normal değerler

left hip respectively were follows: HAL:130.5±8.9, 130.1±9.0 ; FNAL: 112.7±6.9, 112.5±6.9 ; FHW:53.3±3.2, 53.0±3.4; FNW:35.8±2.8, 35.9±2.7; FSW:37.6±3.0, 37.7±3.1; ITW: 62.5±5.3, 63.0±3.9; NMCT: 2.1±0.7, 2.0±0.6; SMCT: 7.8±1.4, 7.1±1.3; SLCT: 7.0±1.3, 7.1±1.3; N-SA: 128.9±5.9, 128.9±5.8. There were no statistically significant difference between right and left measurements. We think that these values are representatives of Turkish women and similar to the values of Caucasian women according to the literature.

Key words: Postmenopausal women, femoral geometric measurements, Turkish women.

GİRİŞ

Osteoporotik kalça kırıkları femurun proksimal bölümlerinde meydana gelen, 50 yaş üstünde ve kadınlarda daha çok görülen bir patolojidir (1,2). Femur proksimalindeki kemik dayanıklılığını etkileyen çeşitli faktörlerin kırığa eğilimi artırdığı düşünülmektedir. Bunlar arasında kemik mineral yoğunluğu (KMY), kemik geometrisi, çeşitli kişisel ve genetik faktörler suçlanmaktadır (2,3).

Geometrik değişkenler büyüme sırasındaki kemik yapımı ile ilgilidir. KMY gibi yaşa ve diğer faktörlere bağlı değişmemektedir ve daha kalıcıdır. Geometri her yaşta femur dayanıklılığını gösteren majör tanımlayıcılardan biridir (2,4-7). Çeşitli toplumlarda yapılan çalışmalarda daha az oranda kalça kırığı görüldüğü ve bunun da femur geometrisinden kaynaklanan değişikliklerle; özellikle kalça eksen uzunluğunun yüksek olması ve kortikal kalınlıkların daha düşük olması ile ilgili olabileceği bildirilmiştir (7-9).

Kalçanın konvansiyonel radyolojik muayenesinde rutin olarak her iki kalçayı ve çevre dokuları da gösteren bir pelvis AP grafi çekilir. Pelvis grafisi düşük fiyatlı, kolay ulaşılabilen bir teknik olması nedeniyle ayrıca proksimal femur makroskopik yapısı tayini için yeterli uzaysal çözünürlük ve kontrast sağladıklarından geometrik yapı tayininde sık kullanılırlar (10). KEU, FEU, AG, FBG, FBOG, TAG, FŞK, FBMKK, FŞMKK, FŞLKK ve FB-S açısı en sık ölçülen değerlerdir (7,10-14). Kalça geometrisi ölçümleri için simfizis pubis

odaklanarak 1 metre uzaklıktan çekilen pelvis AP X-ray radyografiler kullanılmaktadır. Kalçalar 15-30 derece kadar internal rotasyonda tutulmakta her iki trokanterin net olarak görülebilmesi sağlanmaktadır (7,10,11,12-14).

Çalışmamızda uygun örneklem yoluyla seçilmiş Türkiye'yi temsil eden sayıda olgu olarak Türkiye'deki femur geometrik ölçümlerinin standartlarını belirlemeyi amaçladık

MATERYAL VE METOD

Çalışmaya İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı polikliniğine başvuran 50 yaş üstü postmenopozal kadınlar alındı. Hiçbirinin metabolik kemik hastalığı (paget gibi), ileri derecede koksartoz, terminal sistemik hastalığı (renal yetmezlik, malignite.gibi) yoktu. Hiçbirisi yatağa bağımlı değildi. Çalışmaya alınan olguların Türkiye'deki 50 yaş üstü postmenopozal kadınları temsil etmeleri için çalışmaya başlamadan önce aşağıdaki şekilde en az alınacak olgu sayısı belirlendi: Bir araştırmada herhangi bir özelliğin ortalaması saptanmak isteniyorsa ve evren bilinmiyorsa (araştırma yapılacak toplum), şu formül kullanılır (15):

$$n = \frac{(t1-\alpha)2(X)2}{S2}$$

t1-α= t tablosundan belirli güven düzeyinde (genellikle % 95) sonsuz serbestlik derecesindeki

değer (% 95 için t tablo değeri 1.96)

X= Önceki araştırmalarda elde edilen ortalama

S²= Ortalamayı belirlemede kabul edilecek standart sapma

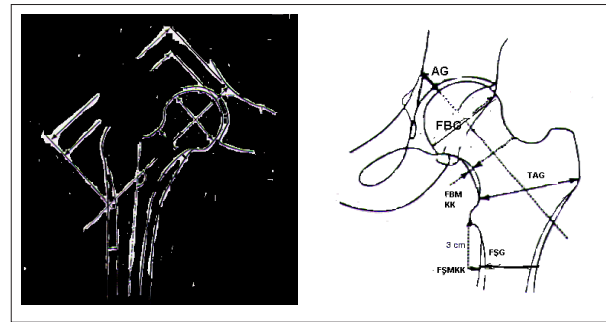
n= Saptanacak optimum örnek büyüklüğü

$$n = \frac{(t_{1-\alpha})^2(X)^2}{S^2} = \frac{1.96^2 \times 130}{17^2} = 224 \text{ kişi}$$

Biz literatüre dayanarak bölgesel ve ırk olarak yakınlıkları nedeni ile Kuzey Avrupa'da yaşayan beyazları örnek alarak ortalamayı KEU için 130 mm standart sapmayı ise 17 mm kabul ettik (14,16). Yapılan hesaba göre 224 kişi bulundu. Bu hesaplama sonucunda Türkiye standartlarını belirlemek üzere çalışmaya hayatında osteoporotik kalça kırığı geçirmemiş 232 olgu aldık.

Tüm olgularda yaş, kilo, boy, menopoz yaşı, menopoz süresi, menopoz tipi, doğum sayısı, emzirme süresi ve diğer osteoporoz risk faktörleri, daha önce kırık veya operasyon geçirip geçirmediği ve ailede osteoporoz ve kırık öyküsü sorgulandı.

Tüm olgularda AP pelvis grafisi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Radyodiagnostik Anabilim Dalı'nda aynı teknikte ve aynı pozisyonla çekildi. Tüm grafiler 1 metre uzaklıktan simfizis pubis odaklanarak ve kalçalar 15-30 derece kadar internal rotasyonda iken çekildi. Tüm radyografilerde aynı kişi tarafından (Ç HT) iki taraflı femur geometrik ölçümleri yapıldı: (Şekil 1). KEU, FEU, AG, FBG, FBOG, FŞG, TAG, FBMKK, FŞMKK, FŞLKK ve FB-S açısı hesaplandı:



Şekil 1: Kalça eksen uzunluğu: KEU, femur eksen uzunluğu: FEU, asetabuler genişlik: AG, femur başı genişliği: FBG, femur boyun genişliği: FBOG, femur shaft genişliği: FŞG, trokanterler arası genişlik: TAG, femur boynu medial kortikal kalınlığı: FBMKK, femur shaftı medial kortikal kalınlığı: FŞMKK, femur shaftı lateral kortikal kalınlığı (FŞLKK), femur boynu ile shaftı arasındaki açı (FB-S)

1- KEU: Femur başı ve boyun genişliğinin orta noktalarından geçen büyük trokanter lateralinden başlayıp iç pelvik rimde sonlanan çizgi

2- FEU: Femur başı yüzeyinden büyük trokanter lateraline kadar uzanan KEU kısmı olarak ölçüldü.

3- AG: KEU ve FEU farkı (Femur başı yüzeyinden iç pelvik rime kadar uzanan çizgi.)

4- FBG: Femur başının en geniş olduğu kesitte ölçüldü.

5- FBOG: Femur boynunun en dar olduğu kesitte ölçüldü.

6- FŞG: Küçük trokanter merkezinden 3 cm aşağısında ölçüldü.

7- TAG: Küçük trokanterin hemen üstünden büyük trokanterin en dış kısmına kadar olan mesafe.

8- FBMKK: Femur boynu genişliğinin ölçüldüğü kısımdaki kortikal kalınlık.

9- FŞMKK: Femur shaft genişliğinin ölçüldüğü kısımdaki medial kortikal kalınlık.

10- FŞLKK: Femur shaft genişliğinin ölçüldüğü kısımdaki lateral kortikal kalınlık.

11- FB-S: KEU çizgisi ile femur shaftına paralel doğru arasındaki açı olarak ölçüldü.

İstatistiksel değerlendirme İstanbul Üniversitesi Halk Sağlığı Ana bilim Dalı'nda SPSS Windows için olan 8.0 sürümü ile bilgisayar programında tanımlayıcı istatistik ve student-t testleri uygulanarak yapıldı.

BULGULAR

Çalışmamızda Türk kadın popülasyonunu temsil eden uygun örneklem yoluyla seçilen 232 kalça kırığı geçirmemiş postmenopozal 50 yaş üstü kadın olgu yer aldı. Olguların yaş, kilo, boy ve VKİ değerleri sırasıyla 62.5±7.4, 70.84±12.5, 157.5±6.7, 28.58±4.9 olarak bulundu (Tablo 1.) Olgularda ölçümler bilateral olarak yapıldı. KEU ve FEU değerlerini sağ ve sol için sırasıyla; 130.5

Tablo 1: Olguların demografik özellikleri

Özellikler	Ortalama değerler
Yaş	62.54±7.4
Boy	70.84±12.5
Kilo	157.5±6.7
VKİ	28.58±4.98
Menopoz yaşı	46.62±4.75
Menopoz süresi	15.82±9.68

± 8.9 , 130.1 ± 9.0 ; $112.7 \pm 6,9$, 112.5 ± 6.9 olarak bulduk. Diğer femur geometrik ölçüm sonuçları Tablo 2’de gösterilmiştir. Sağ ve sol kalçada yapılan tüm femur geometrik ölçümleri arasında iki taraf açısından anlamlı fark yoktu ($p>0.05$) (Tablo 2).

TARTIŞMA

Osteoporotik kalça kırıkları 50 yaş üstünde ve daha çok kadınlarda daha sık görülen, ciddi sakatlık ve ölüme yol açması nedeniyle önemli bir sağlık sorunudur. Kalça kırığı riski bulunan kişilerin belirlenmesi en yüksek riske sahip olanlar için hedeflenen koruyucu tedaviye yardımcı olacaktır (1,2,12,).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda femur boynu geometrisi osteoporotik kalça kırığı ile ilişkili olduğu ileri sürülmektedir (7,8,11,13,14,16-20). KMY yaş ilerlemesiyle azalmasına rağmen femur geometrik ölçümleri, büyüme sırasındaki kemik yapımı ile ilgilidir, daha kalıcıdır ve yoğunluğa nazaran daha az yaşa bağlıdır. Bu yüzden yoğunluğa göre kırık tahmininde daha erken yaşta fikir verebilirler (7). Ayrıca geometri yoğunlukla ortaya konmayan populasyonlardaki kırık insidansındaki farklılıkları da açıklayabilmektedir.

Etnik kalça kırığı insidansının farklılığı geometrik ölçüm farklılıklarına bağlanmaktadır (11,18, 21, 22). Kuzey Avrupa kökenli insanların yaşadığı Rochester’da 50 yaş üstü osteoporotik kalça kırığı insidansı, İskandinavya, Yeni Zelanda ve

Güney Afrika daki etnik kökenlilere göre daha yüksek olarak bulunmuştur (23). Yine Yeni Zelanda’daki Maori insanları ve Güney Afrika Bantuları için kalça kırığı insidansı çok düşükken, Singapur’un kalça kırığı insidansı düşük olan alanlarındaki Hintliler için de göreceli olarak yüksektir. Bu da geometrik farklılığa bağlanmıştır (24-26).

Güney Afrika Bantuları çok düşük kalça kırığı insidansına sahip olmalarına rağmen kemik yoğunluğu değerlerinin kırık insidansının genel Batı özelliğine sahip Johannesburg beyazlarına göre daha düşük olduğu bildirilmektedir (27). Benzer şekilde Japon kökenli kadınlardaki kalça kırıkları kemik kütleleri biraz düşük olmasına rağmen beyaz hemcinslerinin yaklaşık yarısı kadardır. Bu uyumsuzluk da daha düşük bir düşme sıklığı ile birlikte artmış kalça eksen uzunluğu veya femur boynu açısı gibi femur geometrik ölçümleri ile ilişkilendirilmiştir (18,21,27,28). Kalça eksen uzunluğunun artması ile kırık riskinin arttığını gösteren çalışmalar vardır. Afrika orjinli siyahlarda Kuzey Avrupa’da yaşayan beyazlara göre daha az sıklıkta femur boynu kırığı görülmektedir, yapılan femur geometrik ölçümlerinde siyah kadınlarda daha kısa KEU ve trokanterler arası genişlik ve daha kalın kortikal kemik bulunmuştur (14). Olguların geometrik ölçümlerini kalça kırığı geçiren olgularla karşılaştırdık bu sonuçları daha sonra yayınlıyacağız.

Yukarıda bahsedilen çalışmalarda görüldüğü gibi; femur geometrik ölçümleri kalça kırığı riskini

Tablo 2: Kırksız olgulardaki iki taraflı radyografi ölçüm sonuçları

Ölçüm	Sağ (n=232)	Sol (n=232)	P değeri
KEU (mm)	130,51±8,90	130,18± 9,05	0,695
FEU (mm)	112,75±6,98	112,54± 6,90	0,741
AG (mm)	17,81±3,85	17,74±4,13	0,848
FBG (mm)	53,37±3,28	53,00±3,41	,234
FBOG (mm)	35,85±2,86	35,92±2,79	0,787
FŞG (mm)	37,68±3,04	37,79± 3,1	0,706
TAG (mm)	62,54±5,36	63,01±3,97	0,291
FBMKK (mm)	2,14± ,75	2,09± ,68	0,403
FŞMKK (mm)	7,85±1,44	8,00±1,44	0,247
FŞLKK (mm)	7,09±1,31	7,15±1,31	0,622
FB-S (derece)	128,97±5,97	128,99±5,88	0,975

değerlendirmede önemli bir faktör olduğu düşünülmekte ve toplumlara ait ölçüm değerleri ortaya konmaktadır. Türkiye'de ise bizim toplulumuz için yapılmış örnek bir çalışma yoktu. Biz Kuzey Avrupa'da yaşayan beyazların KEU ortalamasını (KEU:129.6±0.68) toplumumuza en yakın olabileceğini tahmin ettik. Çalışmamızda KEU ortalamasını %95 güven aralığında 130±17mm kabul ederek 232 olgu ile Türkiye'deki KEU ortalamasını radyografik ölçümlerde KEU:130.51±8.90 mm, FEU ortalamasını 112.75±6.98 mm olarak bulduk. Diğer ölçüm sonuçları tablo 2'de gösterilmiştir.

Peacock ve arkadaşları (7) Caucasianlarda 317 olguda radyografik ölçümlerde KEU ortalamasını 129.6±0.68 mm, FEU ortalamasını 113.8±0.55 mm olarak bulmuşlardır. O'Neil ve arkadaşları (11) İngiltere'de retrospektif bir çalışmada 55-69 yaşları arasındaki kadın olgularda radyografik ölçümler ile 1958-60 yılları arasında KEU ortalamasını 124.4±0.98 mm, 1989-91 yılları arasında KEU ortalamasını 136.2±0.38 mm olarak bulmuşlardır. Karlsson ve arkadaşları (13) İsveçli etnik popülasyonda yaptıkları çalışmada 65 yaş üstü 9704 beyaz kadın olguların radyografik ölçümlerinde KEU ortalamasını 119.8±8.5 mm, olarak bulmuşlardır. Tayvan'da yaşlı Çin'li kadınlarda Tang-Kue'nin (16) yaptığı çalışmada radyografi ölçümlerinde FEU ortalaması 72 olguda 50.4±3.3 mm olarak bulunmuştur.

Çalışmamızda normalde de bir kişinin iki kalçası arasında düşük bir oranda bile olsa geometrik farklılıklar olabileceğini tahmin ederek olgularda tüm ölçümleri iki taraflı yaptık. İki taraf arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulmadık (p>0.05)(tablo 2.).

Çalışmayı İstanbul'da yaptığımız için Türkiye popülasyonunun çeşitliliğini yakaladığımız kanısındayız. Çünkü İstanbul Türkiye'nin en önemli göç bölgelerinden biridir ve burada her yöreden insanlar yaşamaktadır. Bu literatürlere göre biz İstanbul'da yaptığımız bu çalışma ile Türkiye'deki yaşlı kadınların KEU ortalamasını tahmin ettiğimiz gibi beyaz ırka yakın olarak bulduk. Bu sonucun Kuzey Avrupa'da yaşayan beyaz ırka hem bölgesel hem de irksal olarak yakın olmamızdan kaynaklandığını düşünüyoruz.

KAYNAKLAR

1. Dinçer M D: Osteoporozla bağlı kırıklar ve cerrahi tedavi yaklaşımları. In: Kutsal Y G (Ed.) Osteoporoz. İstanbul: 1998; 275-295
2. Cumming SR, Black DM, Nevitt MC, Browner W, Cauley J, Ensrud K et al. Bone density at various sites for prediction of hip fractures. *Lancet* 1993;341:72-75
3. Law MR, Wald NJ, Meade TW. Strategies for prevention of osteoporosis and hip fracture. *BMJ* 1991;303:453-9.
4. Mazess RB, Barden H, Ettinger M, Schultz E. Bone density of the radius, spine, and proximal femur in osteoporosis. *J Bone Miner Res* 1988;3:13-8
5. Aloia JF, McGowan D, Erens E, Micle G. Hip fracture patients have generalized osteopenia with a preferential deficit in the femur. *Osteoporosis Int* 1991;1:147-54
6. Melton LJ III, Atkinson EJ, O'Fallon WM, Wahner HW, Riggs BL. Long-term fracture prediction by bone mineral assessed at different skeletal sites. *J Bone Miner Res* 1993;8:1227-33.
7. Peacock M, Turner CH, Liu G, Manatunga AK, Timmerman L, Johnston JR CC. Better discrimination of hip fracture using bone density, geometry and architecture. *Osteoporosis Int* 1995;5:167-173.
8. Faulkner KG, Cummings SR, Black D, Palermo L, Glüer CC, Genant HK. Simple measurement of femoral geometry predicts hip fracture :the study of osteoporotic fractures. *J Bone Miner Res* 1993;8(Suppl 1):1211-7.
9. Cuddy DD, Nahigian KK, Jamison JA, Divine GW, Windham JP. Bone density and bone geometry :factors in hip fracture risk? *J Bone Miner Res* 1993;8(Suppl 1):355.
10. Center JR, Nguyen TV, et al. Femoral neck axis length, height loss and risk of hip fracture in males and females. *Osteoporosis Int* 1996;:75-81.
11. O'Neill TW, Grazio S, Spector TD, Silman AJ. Geometric measurements of the proximal femur in UK women: Secular increase between the late 1950s and early 1990s. *Osteoporosis Int* 1996;6:136-140.
12. Glüer CC, Cummings SR, Pressman A, et al. Prediction of hip fractures from pelvic radiographs: the study of osteoporotic fractures. *J Bone Min Res* 1994;9(5):671-677.
13. Karlsson KM, Sernbo I, Obrant KJ, et al. Femoral neck geometry and radiographic signs of osteoporosis as predictors of hip fracture. *Bone* 1996;18(4):327-330.
14. Theobald TM, Cauley JA, Glüer CC, et al. Black-white differences in hip geometry . *Osteoporosis Int* 1998;8:61-67.
15. Sümbüloğlu K, Sümbüloğlu V. Örneklem. Sümbüloğlu K, Sümbüloğlu V.(Ed) Biyoistatistik. Hatiboğlu Yayınevi. Ankara. 1990;s214-39.
16. Tang-Kue Liu, Rong-Sen Yang. Proximal femoral di-

- mension in the Chinese elderly women with hip fractures in Taiwan. Lindsay R, Meunier PJ(Eds). *European Congress on Osteoporosis. Osteoporosis Int* 1998;8(3):31
17. Cheng XG, Lowet G, Boonen S et al. Assessment of the strength of proximal femur in vitro: relationship to femoral bone mineral density and femoral geometry. *Bone* 1997;20(3):213-218.
 18. Nakamura T, Turner CH, Yoshikawa T, et al. Do variations in hip geometry explain differences in hip fracture risk between Japanese and white Americans? *J Bone Miner Res* 1994;9(7): 1071-1076.
 19. Faulkner KG, McGlung M, and Cummings SR. Automated evaluation of hip axis length for predicting hip fracture. *J Bone Miner Res* 1994;9(7):1065-1070
 20. Alonso CG, Curiel MD, Carranza FH, Cano RP, Perez AD. Femoral bone mineral density, neck-shaft angle and mean femoral neck width as predictors of hip fracture in men and women. *Multicenter Project for Research in Osteoporosis. Osteoporosis Int.* 2000;11(8): 714-20.
 21. Cummings SR, Cauley JA et al. Racial differences in hip axis lengths might explain racial differences in rates of hip fracture. *Osteoporosis Int* 1994;4:226-29.
 22. Wahner HW, Looker A, Walters L, Dunn WL. Racial and gender differences in the shape of the proximal femur. *J Bone Miner Res* 1994;9:S401.
 23. Melton LJ III. Differing patterns of osteoporosis across the world. In: Chestnut ChIII, (ed). *New dimensions in the 1990s. Proceedings of the second Asian Symposium on Osteoporosis.* 1990. *Asia Pasific Congress Series No.125.* Hong Kong: *Excerpta Medica;* 1991:13-18
 24. Stott S, Gray DH. The incidence of femoral neck fractures in New Zealand. *N Z Med J* 1980;91:6-9.
 25. Solomon L. Osteoporosis and fracture of the femoral neck in the South African Bantu. *J Bone Joint Surg (Br)* 1968;50-B:2-13.
 26. Wong PCN. Femoral neck fractures among the major racial groups in Singapore: Incidence patterns compared with non-Asian communities. *No.11 Singapore Med J* 1964;5:150-57.
 27. Solomon L. Bone density in ageing Caucasian and African populations. *Lancet* 1969 ;2:1326-30.
 28. Ross PD, Norimatsu H et al. A comparison of hip fracture incidence among native Japanese, Americans and American Caucasians. *Am J Epidemiol* 1991;133: 801-9.
 29. Reid IR, Chin K et al. Relation between increase in length of hip axis in older women between 1950s and 1990s and increase in age specific rates of hip fracture. *Br Med J* 1994; 309:508-9.