

# Lateral Lumbal Vertebra Tüm Vertebra Cismi ve Orta Kısmı DEXA Ölçümlerinin Karşılaştırılması

## COMPARISON OF LATERAL LUMBAR SPINE DEXA MEASUREMENTS OF TOTAL VERTEBRAL BODY AND ITS CENTRAL PORTION

Dr. Doğançün YÜKSEL,<sup>a</sup> Dr. F. Suna KIRAÇ,<sup>a</sup> Dr. Olga TAŞKAYA YAYLALI<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Nükleer Tıp AD, Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi, DENİZLİ

### Özet

**Amaç:** Dual enerji x-ışını absorpsiyometri (DEXA) analizleri vertebra trabeküler kemik içeriğini değerlendirmede kullanılmaktadır. Bu çalışma, vertebra trabeküler kemik yoğunluğunun saptanmasında midlateral analizin önemini belirlemek için geriye dönük olarak planlanmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışmada 72 kadının DEXA ölçümleri değerlendirilmiştir (47 ± 10 yıl). Olgular mensturasyon durumlarına göre normal (GI; n=30), premenopozal (GII; n=17) and postmenopozal grup (GIII; n=25) olarak 3 gruba ayrıldı. Kemik mineral yoğunluğu (KMY) değerlendirmesi lateral vertebra ve kalça ölçümleri ile yapıldı. İdrar DpD, plazma östradiol (E2) ve FSH düzeyleri ölçüldü. Lateral ölçümlerden elde edilen kılavuz görüntüler üzerinde L2 ve L3 lumbal vertebra cisimlerinin tümünü ve yalnızca orta kısmını içeren ilgi alanları çizilerek sırası ile LatTotal ve MidTotal KMY değerleri hesaplandı.

**Bulgular:** Yaşa göre MidTotal KMY değerlerindeki anlamlı azalma yalnız GIII'de saptandı (p<0.05). GI'de DpD düzeyleri GII ve GIII'e göre anlamlı olarak düşüktü (her ikisi için p< 0.001). DpD ve KMY değerleri arasında herhangi bir korelasyon saptanamadı. Tüm gruplarda KalçaTotal KMY değeri ile MidTotal ve LatTotal değerleri arasında anlamlı ilişki vardı. GIII'de KalçaTotal KMY değerlerinde belirgin azalma olduğu saptandı (p<0.05).

**Sonuç:** Bu çalışmada, genç yaşlarda ve erken menopozal dönemde midlateral KMY analizinin lateral ölçümlere üstünlüğünün olmadığı sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kemik mineral yoğunluğu, DEXA, midlateral analiz, menapoz, DpD

**Türkiye Klinikleri J PM&R 2004, 4:115-121**

### Abstract

**Purpose:** Dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) analyses are being used to evaluate the spine trabecular bone content. This retrospective study was planned to assess the value of midlateral spine analysis versus lateral measurement.

**Materials and methods:** In this study, DEXA measurements of 72 women evaluated (47 ± 10 yrs). Subjects were divided into three groups as normal (GI; n=30), premenopausal (GII; n=17) and postmenopausal group (GIII; n=25) regarding their menstrual cycle. Bone mineral density (BMD) measurements were obtained for lateral spine and hip. Urinary DpD, plasma estradiol (E2) and FSH levels were also evaluated. Regions of interest (ROIs) covered only L2 -L3 vertebrae on the lateral spine images and these ROIs have been drawn for both whole vertebral bodies (LatTotal) and their central portions (MidTotal).

**Result:** Decrease in MidTotal value regarding the age was found as statistically significant only in GIII (p< 0.05). DpD levels were significantly low in GI compared with GII and G-III (for both p< 0.0001). DpD and BMD values did not show any correlation. HipTotal BMD dramatically decreased in GIII (p< 0.05), and, relationships of HipTotal with MidTotal and with LatTotal were significant in all groups.

**Conclusion:** We think that midregion BMD measurements are not superior to lateral spine analyses in young women and early menopausal period.

**Key Words:** Bone mineral density, DEXA, midlateral spine analysis, menopause, DpD

**Geliş Tarihi/Received:** 23.07.2004

**Kabul Tarihi/Accepted:** 07.10.2004

*Çalışma XIV. Ulusal Nükleer Tıp Kongresinde (Gaziantep) "Kemik mineral içeriği değerlendirilmesinde lateral vertebra midregion analizi" adı ile poster olarak sunulmuştur.*

**Yazışma Adresi/Correspondence:** Dr. Doğançün YÜKSEL

Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Nükleer Tıp AD, Doktorlar Cad. No: 42  
20100, DENİZLİ  
dyuksel@pamukkale.edu.tr  
dodergun@hotmail.com

Copyright © 2004 by Türkiye Klinikleri

Kemik mineral yoğunluğundaki (KMY) azalma özellikle gelişmiş ülkelerde en önemli sağlık problemlerinden biridir. KMY'deki değişiklikler günümüzde "dual enerji X-ray absorbtometre" (DEXA) yöntemi ile değerlendirilmektedir. DEXA ölçümünde özellikle trabeküler kemiğin fazla olduğu alanlar tercih edilir. Bu amaçla anteroposterior (AP) lumbal vertebra ve proksimal

femur (Kalça) alanlarından ölçüm yapılır.<sup>1,2</sup> Vertebranın posterior elemanları, vertebra cisimle-  
rindeki osteofitle veya aortik kalsifikasyonlar gibi bazı durumlarda AP lumbal vertebra DEXA ölçümleri hatalı sonuç verebilmektedir. Bu tip hatalı ölçümleri önlemek ve esas olarak vertebranın trabeküler kemik bulunan bölgesini değerlendirebilmek için vertebranın lateral DEXA ölçümü önerilmektedir.<sup>3-5</sup> Lateral ölçümlerde ölçüm alanı vertebra cismini kapsamaktadır. Bu alan içinde kortikal kemik ve trabeküler kemik eşit oranda bulunmakta ve kortikal kemikten kaynaklanan yanlış normal sonuçlar elde edilebilmektedir. Son zamanlarda lateral vertebra ölçümlerinde yalnız vertebra cisminin ortasının analiz edildiği "Midlateral" analiz yöntemi geliştirilmiştir. Vertebra cisimlerinin midlateral ölçümü trabeküler kemik ağırlıklı kemik mineral yoğunluğunu verir.<sup>6-9</sup> Kemik mineral kaybının tanısında lateral DEXA ve midlateral DEXA ölçümlerinin değeri hala sorgulanmaktadır. Yu ve arkadaşları<sup>10</sup> özellikle vertebralarında dejeneratif değişikliklerin bulunduğu hastalarda midlateral DEXA ile KMY ölçümünü önermektedirler. Ebbesen ve arkadaşları<sup>11</sup> midlateral DEXA ölçümünün kantitatif tomografi ile anlamlı korelasyon gösterdiğini ve midlateral analizin trabeküler kemiğin KMY ölçmesi nedeniyle lateral ölçümlere üstün olduğunu bildirmiştir.

Kemik döngüsünün hızı idrar ve kanda ölçülebilen bazı biyokimyasal belirteçler ile de ölçülebilir.<sup>12</sup> İdrar ile atılan piridinolin çapraz bağ ürünleri [pyridinoline (Pyd) ve deoxypyridinoline (DpD)] osteoporozlu hastalarda normal kişilere kıyasla kemik rezorpsiyon hızı ile iyi korelasyon göstermiştir.<sup>13</sup> Fakat düşük duyarlılık ve özgüllükleri nedeniyle hızlanmış kemik kaybını göstermede klinik olarak çok fazla değeri olmadığı bildirilmektedir.<sup>12-14</sup>

Bu çalışmada, kemik mineral kaybını değerlendirmede midlateral vertebra analizinin lateral KMY ölçümüne üstünlüğü olup olmadığını inceledik. Midlateral KMY değerleri lateral vertebra ölçüm değerleri ve kalça KMY değerleri ile karşılaştırıldı. Aynı zamanda her bir bölge için elde edilen KMY değerleri DpD değerleri ile karşılaştırıldı.

## Gereç ve Yöntem

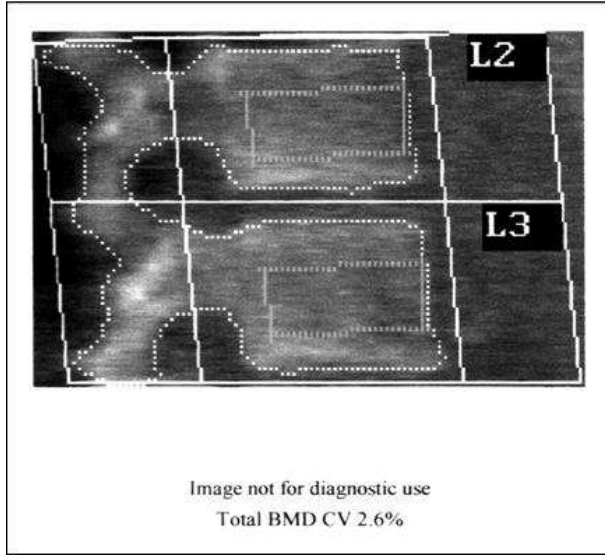
Çalışma retrospektif olarak planlandı ve bölümümüzün DEXA ölçüm hastalarına ait arşiv taranarak yapıldı. Olgular çalışmadaki biyokimyasal parametreleri ve BMD değerlerini etkileyen herhangi bir medikal tedavi almayan, menopoz durumları anamnez, plazma östrodiol (E2; pg/ml) ve plazma folikül uyarıcı hormon (FSH; mU/ml) düzeyleri ölçülerek değerlendirilmiş, DpD (nM DpD/mM Cr) ölçümleri ve DEXA ile lateral vertebra ve kalça ölçümleri yapılmış hastalardan seçildi. Yaşları 25 ile 65 yıl (ortalama  $\pm$  SD =  $47 \pm 10$  yıl) arasında olan 72 kadın çalışmaya dahil edildi. Olgular menopoz durumlarına göre üç gruba ayrıldı;

GI: normal mensturasyonlu grup, 30 olgudan oluştu (ortalama yaş =  $37 \pm 8$  yıl)

GII: premenopozal grup, 17 olgudan oluştu (ortalama yaş =  $48 \pm 3$  yıl)

GIII: postmenopozal grup, 25 olgudan oluştu (ortalama yaş =  $56 \pm 5$  yıl, ortalama menopoz süresi =  $12 \pm 7$  yıl)

Kemik mineral yoğunluğu ölçümleri DEXA (Hologic QDR- 4500/ W series, USA) cihazı ile lateral lumbal vertebralar ve proksimal femurdan (kalça) yapıldı. Kısa süreli tekrarlanabilirlik değerleri [Coefficient variation (CV)] için üretici firmasının verdiği değerler esas alındı. CV değerleri lateral vertebra için % 1, kalça için % 2.6 idi. Alt kaburgaların ve pelvis kemiklerinin vertebralarla üst üste gelmesinden kaynaklanabilecek hataları önlemek için lateral vertebra analizlerinde L2 ve L3 vertebralardan yararlanıldı. Ölçümler hasta sol yan pozisyonda yatarken yapıldı. Lateral lumbal vertebra ölçümlerinde elde edilen görüntülerde vertebra cismini içine alan ilgi alanları çizildi. Bu ilgi alanlarından lateral vertebra KMY değerleri hesaplandı. Midlateral KMY değerleri lateral ölçümlerden elde edilen kılavuz görüntüdeki vertebra cisminin orta kesimine kortikal kemik dışarıda kalacak şekilde çizilen ilgi alanlarından hesaplandı (Resim 1). KMY ölçümlerinde her iki vertebranın KMY değerlerinin ortalaması alındı. Bu ortalama değerler lateral lumbal vertebralar için LatTotal, midlateral analiz için MidTotal olarak



**Resim 1.** Lateral vertebra DEXA ölçümünden elde edilen görüntüde orta bölgenin (midregion) belirlenmesi.

adlandırıldı. Çalışmada vertebra AP DEXA ölçümleri yapıldıysa da bunlar spinal çıkıntılara ait kortikal kemik KMY değerlerini içerdiği için değerlendirilmeye katılmadı. Kalça ölçümleri proksimal femur bölgesinden yapıldı. Ölçüm alanı femur boynu, intertrokanterik bölge ve trokanterik bölgeyi içermekteydi. Tüm bu alanların KMY değerlerinin ortalaması (KalçaTotal) çalışmada değerlendirildi.

Tüm olgulara idrar DpD (Pyrilinks-D, Metra Biosystem, USA) ölçümü yapıldı. Laboratuvarımız DpD ölçümünde katı faz yarışmalı kemilüminisan

yöntemini kullanmaktadır. Bu yöntemde laboratuvarımızın normal aralığı 3.0-7.4 nM DpD/mM Cr olarak belirlenmiştir. DpD değerleri ile MidTotal, LatTotal ve KalçaTotal KMY değerleri arasında ilişki olup olmadığı araştırıldı.

Sonuçlar, ortalama  $\pm$  SD olarak verildi. İstatistiksel analizde eşleştirilmiş t testi ve korelasyon analizi kullanıldı. Değişkenler arası ilişki lineer regresyon grafikleri ile gösterildi.  $p < 0.05$  değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

### Bulgular

Olgularımıza ait tüm veriler Tablo 1’de özetlenmiştir. Yaşa göre GII ve GIII arasında anlamlı fark yoktur. Buna karşın GI deki olguların yaşları diğer iki gruptan daha gençti ( $p < 0.05$ ).

KMY değerleri yaş ilerledikçe tüm iskelet alanlarında azalma gösterdi. Yalnız GIII de yaş ile MidTotal değerleri arasında anlamlı ters korelasyon vardı ( $p < 0.05$ , Tablo 2).

Tablo 2 de bu çalışmada kullanılan tüm değişkenler için saptanan istatistiksel sonuçlar verilmiştir. KMY değerleri tüm ölçüm bölgeleri için GII ve GIII’te GI’e göre düşük bulunmuştur. KalçaTotal değerleri MidTotal ve LatTotal değerleri ile GI ( $r = 0.385$  ve  $r = 0.411$ , sırası ile;  $p < 0.05$ ) ve GII’de ( $r = 0.639$  ve  $r = 0.555$ , sırası ile;  $p < 0.05$ ) orta derecede korelasyon göstermiştir. Postmenopozal kadınlarda KalçaTotal ölçümleri LatTotal KMY ( $r = 0.833$ ;  $p < 0.0001$ ) ve MidTotal KMY ( $r = 0.687$ ;  $p < 0.0001$ ) değerleri ile güçlü korelasyon göstermiştir. LatTotal ve MidTotal KMY ölçüm değerle-

**Tablo 1.** Çalışma grubundaki değişkenlerin ortalamaları

	G-I n= 30		G-II n= 17		G-III n= 25	
	Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
Yaş (yıl)	37	8	48	3	56	5
DpD (nM DpD / mM Cr)	6.56	1.68	7.74	2.49	8.67	3.34
E2 (pg/ml)	99.61	82.86	60.68	44.90	31.46	32.43
FSH (mU/ml)	7.17	10.39	47.15	36.68	57.73	26.38
KMY değerleri (g/cm <sup>2</sup> )						
KalçaTotal	0.92	0.11	0.88	0.13	0.80	0.13
LatTotal	0.77	0.11	0.64	0.11	0.60	0.15
MidTotal*	0.72	0.13	0.57	0.14	0.54	0.18

\* GI ve G-III arası  $p < 0.05$

Kısaltmalar makale içindekiler ile benzerdir.

**Tablo 2.** Çalışmada kullanılan değişkenler arasındaki ilişki

	G-I n: 30		G-II n: 17		G-III n: 25	
	r	p	r	p	r	p
Yaş-DpD*	0.150	NS	0.029	NS	-0.116	NS
Yaş - KalçaTotal *	0.351	NS	0.124	NS	-0.234	NS
Yaş -LatTotal*	-0.136	NS	-0.099	NS	-0.391	NS
Yaş -MidTotal*	-0.249	NS	-0.172	NS	-0.411	< 0.05
DpD- KalçaTotal	-0.095	NS	0.208	NS	-0.212	NS
DpD-LatTotal	-0.116	NS	0.083	NS	-0.163	NS
DpD-MidTotal	-0.052	NS	0.177	NS	-0.041	NS
KalçaTotal - LatTotal	0.411	< 0.05	0.555	< 0.05	0.833	<0.0001
KalçaTotal - MidTotal	0.385	< 0.05	0.639	< 0.05	0.687	<0.0001
LatTotal - MidTotal	0.903	<0.0001	0.944	<0.0001	0.830	<0.0001

\*Spearman korelasyonu

ri tüm gruplarda yüksek korelasyona sahipti ( $p < 0.001$ ) (Tablo 2 ve Grafik 1).

İdrar DpD düzeyi premenopozal ve postmenopozal kadınlarda yüksek olarak bulunmuştur. Bu artış postmenopozal kadınlarda daha belirgin olarak izlenmiştir ( $8.67 \pm 3.34$  nM DpD / mM Cr). GI'de DpD düzeyleri GII ve GIII'e göre anlamlı olarak düşüktü (her ikisi için  $p < 0.001$ ).

Tüm gruplarda DpD değerleri KMY değerleri arasında anlamlı korelasyon saptanmamıştır. E2 ve FSH değerleri yaş ilerledikçe düşüş göstermiştir (Tablo 1)

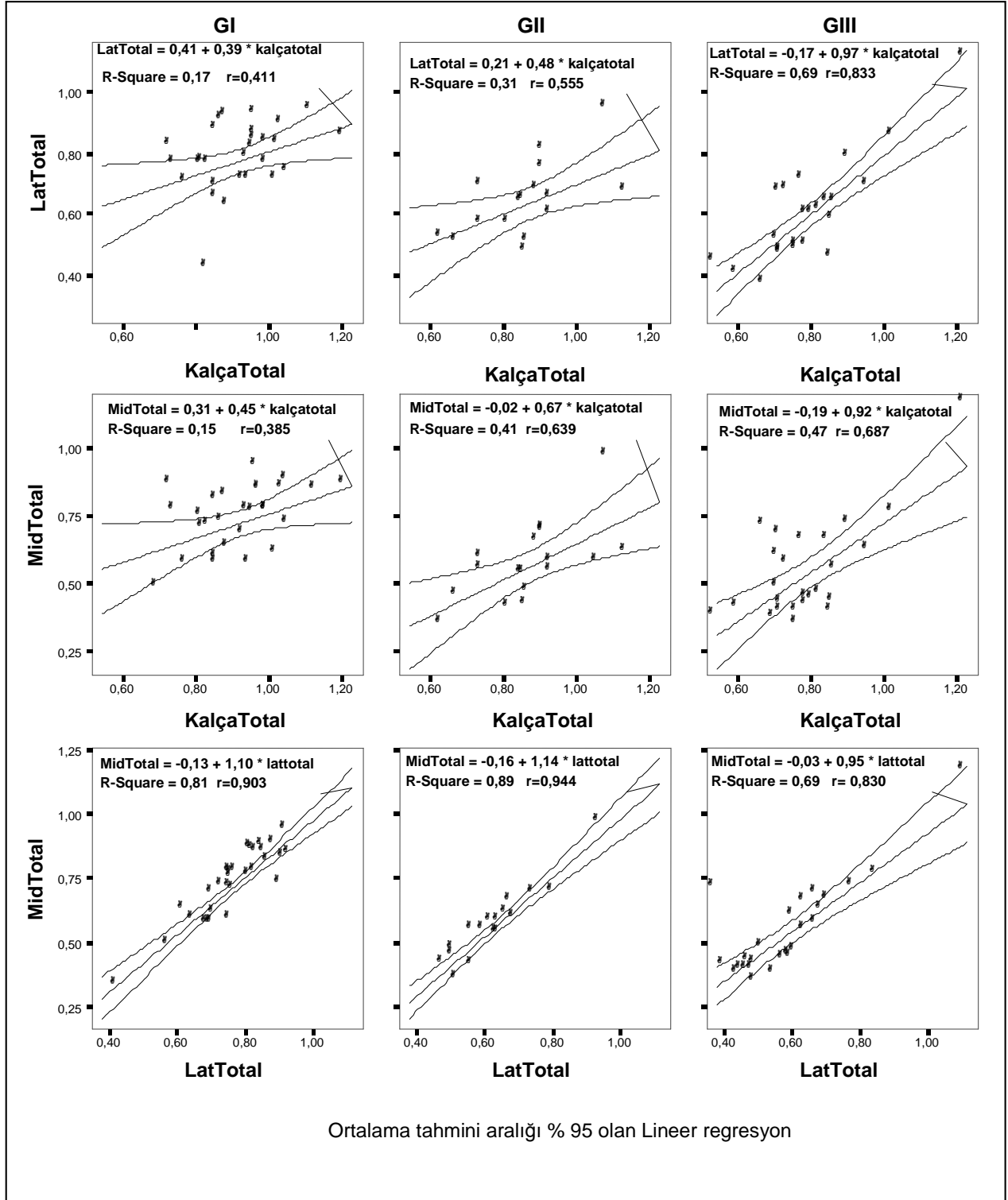
### Tartışma

Proksimal femur ve AP lumbal vertebra DEXA ölçümleri KMY değerlendirilmesinde yaygın bir şekilde kullanılmakta ve kabul görmektedir.<sup>1,2</sup> Kemik kaybı önce, vertebra başta olmak üzere, aksiyel iskelette daha geç dönemde ise periferik iskelet sistemine ait kemiklerde gelişir.<sup>15</sup> AP lumbal vertebra ölçümleri, ölçüm alanına trabeküler yapılar yanı sıra kortikal kemikten zengin vertebra posterior yapılarının da girmesi nedeniyle KMY değerlerini olduğundan fazla saptayabilir.<sup>4, 10</sup>

Lateral vertebra ölçümlerinde, AP ölçümlerinden farklı olarak, posterior yapılar ölçüm alanı dışında bırakılarak yalnız vertebra cisimlerinin KMY ölçümü yapılabilir. Böylece, vertebralardaki dejeneratif değişikliklerin olumsuz etkisi

dışlanarak trabeküler yapı ağırlıklı kemik mineral içeriğinin ölçülmesi mümkün olur.<sup>3-5,11</sup> Jergas ve arkadaşları<sup>16</sup> lateral dekübitis pozisyonunda ölçtükleri lateral ve midlateral total KMY değerlerinin AP lumbal vertebra ve kalça ölçümlerine göre düşük bir kesinlik ve doğruluğa sahip olduğunu göstermişlerdir. Aynı çalışmada, lateral ve midlateral KMY ölçümleri ile osteoporozla bağlı vertebra kırık riski arasında güçlü bir ilişki olduğu bildirilmiştir. Diğer bazı çalışmalarda ise kemik mineral yoğunluğunu değerlendirmede midlateral analizin lateral ölçüme üstün olduğu rapor edilmiştir.<sup>17,18</sup>

Lateral ve AP spine DEXA ölçümlerinde yaş ve KMY arasında ters bir ilişki olduğu daha önceki çalışmalarda gösterilmiştir.<sup>7-9</sup> Bizim çalışmamızda yaşın ilerlemesi ile KMY değerlerinde azalma LatTotal ve MidTotal analiz için daha belirgindi (Tablo 1). MidTotal değerler GI'de GIII'den anlamlı düzeyde daha yüksek ( $p < 0.05$ ) bulundu. Yaş ile MidTotal KMY değerleri arasında orta düzeyde anlamlı korelasyon yalnız GIII'te saptandı ( $r = -0.411$ ;  $p < 0.05$ ) (Tablo 2). Lateral ölçümlerde ise iki grup arasında anlamlı bir ilişki yoktu. Bu bulgular, yaş ve menapoza bağlı KMY değerlerindeki azalmanın öncelikle trabeküler kemikten başladığı ve midlateral analizin esas olarak trabeküler kemik KMY içeriğini değerlendirdiği görüşünü desteklemektedir. Postmenopozal grupta hem LatTotal hem de MidTotal KMY değerleri KalçaTotal değerleri



**Grafik 1.** MidTotal ve KalçaTotal KMY değerleri arasındaki ilişki her üç grupta da LatTotal ve Kalça Total KMY arasındaki ilişkiye çok benzerdi (1. ve 2. sıra grafikler). MidTotal KMY ve LatTotal KMY değerleri arasında güçlü bir ilişki mevcuttu (3. sıra).

ile güçlü korelasyon gösterir iken ( $p < 0.0001$ ) bu korelasyon normal ve premenopozal grup için orta

düzeyde idi ( $p < 0.05$ ). GIII'de MidTotal ölçümler için elde edilen korelasyon değerleri LatTotal için

elde edilen değerlerden belirgin düşüktü (Tablo 2, Grafik 1). Bulgularımız literatür bilgileri ile uyumlu idi.<sup>3,9,10</sup> Yaşlanmaya bağlı dejeneratif değişikliklerin lateral vertebra ölçümlerini etkileyebileceği ve hatalı normal sonuçlara neden olabileceği bilinmektedir. Midlateral analizde ise ilgi alanı vertebral cismin ortasındaki trabeküler kemiği içerdiğinden ölçümler kortikal kemikteki dejeneratif değişikliklerden etkilenmeyecektir. Bu özellikle vertebra cisminde ciddi dejeneratif değişiklikleri olan yaşlı hastalarda önemlidir.<sup>3,8,9</sup> Bizim çalışmamızda MidTotal KMY değerleri normal grup ve postmenapozal grup arasında anlamlı fark göstermekte idi ( $p < 0.05$ ). Ek olarak her üç grupta da LatTotal ve MidTotal değerler arasında güçlü korelasyon izlenmekteydi. Çalışma grubumuzun ileri yaş grubunu içermemesi ve olgularda belirgin vertebral dejeneratif değişiklik olmamasına karşın bu veriler midlateral analizin özellikle ileri yaşlarda lateral ölçümler yerine güvenilir şekilde kullanılabilirliğini göstermektedir. Çalışmamızda olduğu gibi daha genç ve dejeneratif değişikliği olmayan olgularda ise lateral ölçümlerin yeterli olacağını düşünmekteyiz.

Bilindiği gibi kemik döngüsü plazma ve idrarda ölçülebilen bazı biyokimyasal belirteçler ile değerlendirilebilmektedir.<sup>12, 19-22</sup> Kemik yıkımının hızlı olduğu durumlarda yüksek DpD düzeyleri oldukça duyarlıdır. Buna karşın DpD'nin normal düzeylerde olması kemik mineral kaybı varlığını dışlamaz yalnız aktif kemik yıkımı olmadığı anlamına gelir.<sup>22-25</sup> Çalışmamızda DpD değerlerinin GI'den GIII'e gidildikçe artış gösterdiği izlenmekle birlikte (Tablo 1) bu artışın yaş ve KMY değerleri ile korelasyon göstermediği (Tablo 2) saptanmıştır.

Sonuç olarak, bu çalışmada genç ve erken menopozal dönemdeki olgularda vertebra midlateral analizin kemik mineral içeriğini değerlendirmede lateral ölçümlere üstünlüğü olmadığı; fakat ileri yaşta ve vertebral dejeneratif değişikliği olan olgu gruplarında yalancı normalizasyonun önlenmesi ve gerçek kemik mineral içeriğinin değerlendirilmesinde yararlı olacağı görüşünde birleşildi.

## KAYNAKLAR

1. Jones CD, Laval-Jeantet AM, Laval-Jeantet MH, et al. Importance of measurement of spongy vertebral bone mineral density in the assessment of osteoporosis. *Bone* 1987; 8: 201-6.
2. Alhava E. Bone density measurement. *Calcif Tissue Int Suppl* 1991; 49: S21-3.
3. Slosman DO, Rizzoli R, Donath A, et al. Vertebral bone mineral density measured laterally by dual energy x-ray absorptiometer. *Osteoporos Int* 1990; 1: 23-9.
4. Del Rio L, Pons F, Huguet M, Setoain FJ, Setoain J. Anteroposterior versus lateral bone mineral density of spine assessed by dual X-ray absorptiometry. *Eur J Nucl Med* 1995; 22: 407-12.
5. Reid IR, Evans MC, Stapleton J. Lateral spine densitometry is a more sensitive indicator of glucocorticoid-induced bone loss. *J Bone Miner Res* 1992; 7: 1221-5.
6. Jergas M, Genant H. Lateral dual X-ray absorptiometry of the lumbar spine: current status [editorial]. *Bone* 1997; 20: 311-4.
7. Lilley J, Eyre S, Walters B, et al. An investigation of spinal bone mineral density measured laterally: a normal range for UK women. *Br J Radiol* 1994; 67: 157-61.
8. Finkelstein JS, Cleary RL, Butler JP, et al. A comparison of lateral versus anterior-posterior spine dual energy X-ray absorptiometry for the diagnosis of osteopenia. *J Clin Endocrinol Metab* 1994; 78: 724-30.
9. Zmuda JM, Cauley JA, Glynn NW, Finkelstein JS. Posterior-anterior and lateral dual-energy x-ray absorptiometry for the assessment of vertebral osteoporosis and bone loss among older men. *J Bone Miner Res* 2000; 15: 1417-24.
10. Yu W, Gluer CC, Fuerst T, Grampp S, Li J, Lu Y, Genant HK. Influence of degenerative joint disease on spinal bone mineral measurements in postmenopausal women. *Calcif Tissue Int* 1995; 57: 169-74.
11. Ebbesen EN, Thomsen JS, Beck-Nielsen H, et al. Vertebral bone density evaluated by dual-energy X-ray absorptiometry and quantitative computed tomography in vitro. *Bone* 1998; 23: 283-90.
12. Manolagas SC, Jilka RL. Bone marrow, cytokines, and bone remodelling. *N Engl J Med* 1995; 332: 305-11.
13. Delmas PD. Clinical use of biochemical markers of bone remodeling in osteoporosis. *Bone* 1992; 13: S17-S21.
14. Arnaud CD. Osteoporosis: Using 'bone markers' for diagnosis and monitoring. *Geriatrics* 1996; 51: 24-30.
15. Johnston CC Jr, Melton LJI, Lindsay R, et al. Clinical indications for bone mass measurements- a report from the scientific advisory board of the national osteoporosis foundation. *J Bone Miner Res* 1998; 4: 1-28.
16. Jergas MD, Nevitt M, Genant H, et al. Association of recent vertebral fractures with lateral spine bone density from DXA. *J Bone Miner Res* 1999; 14 (Suppl 1): S201(Abst).
17. Blake GM, Fogelman I. Technical principles of dual energy x-ray absorptiometry. *Sem Nucl Med* 1997; 3: 210-28.

18. Grampp S, Jergas M, Glüer CC, et al. Radiological diagnosis of osteoporosis: current methods and perspectives. *Radiol Clin North Am* 1993; 31: 1133-45.
19. Yu SL, Ho LM, Lim BC, Sim ML. Urinary deoxypyridinoline is a useful biochemical bone marker for the management of postmenopausal osteoporosis. *Ann Acad Med Singapore* 1998; 27: 527-29.
20. Delmas GP, Garnero P. New developments in biochemical markers for osteoporosis. *Calcif Tissue Int* 1996; 59: 2-9.
21. Cosman F, Nieves J, Wilkinson C, et al. Bone density change and biochemical indices of skeletal turnover. *Calcif Tissue Int* 1996; 58: 236-43.
22. Ross PD, Knowlton W. Rapid bone loss is associated with increased levels of biochemical markers. *J Bone Miner Res* 1998; 13: 297-302.
23. Yılmaz N, Bayram M, Erbağcı AB, Kılıçer MS. Diagnostic value of biochemical markers of bone turnover and postmenopausal osteoporosis. *Clin Chem Lab Med* 1999; 37: 137-43.
24. Melton LJ 3rd, Khosla S, Atkinson EJ, et al. Relationship of bone turnover to bone density and fractures. *J Bone Miner Res* 1997; 12: 1083-9.
25. Aslan D, Yurtseven Ö., Demir S, Kıraç S. Urinary deoxypyridonoline levels in management of osteoporosis. *Clinical Chemistry* 2001, 47: A147 (Abst).