

## Postmenopozal kadınlarda serum vitamin D düzeyi ve kemik mineral yoğunluğunun denge ve düşme riski üzerine etkisi

### *The effect of serum vitamin D level and bone mineral density on balance and the risk of falling in postmenopausal women*

Ayşegül Küçükali Türkyılmaz<sup>1</sup>, Emine Eda Kurt<sup>2</sup>, Gül Devrimsel<sup>1</sup>

#### ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı postmenopozal kadınlarda kemik mineral yoğunluğu ve vitamin D düzeyinin birlikte ve ayrı ayrı denge ve düşme riski üzerine etkisini araştırmaktır.

**Yöntemler:** Çalışmaya yaşları 44 ile 67 (57,25 ± 7,27) yıl arasında değişen 133 postmenopozal kadın alındı. Olguların yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, sosyodemografik bilgileri, son bir yıldaki düşme ve kırık öyküleri, osteoporoz risk faktörleri, menopoz süresi sorgulandı. Olguların serum 25OHD<sub>3</sub> düzeyi ve kemik mineral yoğunluğu (KMY) ölçüldü. Hastaların postural denge fonksiyonu zamanlı ayağa kalk ve yürü testi (ZAYT) ile, düşme riski ise Berg denge skalası (BDS) ile değerlendirildi. Olgular 4 gruba ayrıldı; grup 1: vitamin D düzeyi düşük ve osteoporotik, grup 2: yalnızca vitamin D düzeyi düşük, grup 3: yalnızca osteoporotik, grup 4: normal.

**Bulgular:** ZAYT'e göre gruplar arasında anlamlı farklılık saptandı (p<0,001). Grup 1 ve grup 2 (p<0,001), grup 1 ve grup 4 (p<0,001), grup 3 ve grup 4 (p=0,001) arasında anlamlı farklılık tespit edildi. BDS'ye göre gruplar arasında anlamlı farklılık saptandı (p<0,001). Grup 1 ve grup 2 (p<0,001), grup 1 ve grup 4 (p<0,001), grup 2 ve grup 3 (p=0,002), grup 3 ve grup 4 (p<0,001) arasında anlamlı farklılık saptandı.

ZAYT ile L1-L4 KMY ve femur boyun KMY arasında negatif korelasyon tespit edildi (sırasıyla; r=-0.488, p<0,001 ve r=-0.462, p<0,001). BDS ile L1-L4 KMY ve femur boyun KMY arasında pozitif korelasyon saptandı (sırasıyla; r=0,606, p<0,001 ve r=0,483, p<0,001).

**Sonuç:** Bu çalışmada vitamin D düzeyinin denge ve düşme riski üzerine bir etkisi olmamasına rağmen osteoporozun hem denge hem de düşme riski üzerine etkisi olduğu sonucuna vardık.

**Anahtar kelimeler:** Vitamin D, kemik mineral yoğunluğu, denge, düşme riski

#### ABSTRACT

**Objective:** The aim of this study was to investigate the effect of bone mineral density and vitamin D level on the risk of falling and balance in postmenopausal women.

**Methods:** The age ranged from 44 to 67 (57.25±7.27) years, 133 postmenopausal women were enrolled. Age, height, weight, socio-demographic information, history of falling and fracture in last year, risk factors for osteoporosis, and menopause duration were recorded. Serum 25OHD<sub>3</sub> level and bone mineral density (BMD) of participants were measured. Postural balance function and the risk of falling were evaluated by time-up and go test (TUG), and Berg balance scale (BBS). Patients were divided into 4 groups; group 1: low vitamin D and osteoporosis, group 2: only low vitamin D, group 3: only osteoporotic, group 4: normal.

**Results:** There was significant difference between the groups according to TUG (p<0.001). There were significant differences between group 1 and 2, group 1 and 4, group 3 and 4 (each, p= 0.001). There was significant difference between the groups according to BBS (p<0.001). Significant differences were found between group 1 and 2, group 1 and 4, group 2 (each, p<0.001) and 3 (p= 0.002), group 3 and 4 (p<0.001).

There were negative correlations between TUG, L1-L4 and femoral neck BMD (r=-0.488, p<0.001 and r=-0.462, p<0.001, respectively). There were positive correlations between BBS, L1-L4 and femoral neck BMD (r=-0.488, p<0.001 and r=-0.462, p<0.001, respectively).

**Conclusion:** We concluded that whereas vitamin D level had no effect on balance and the risk of falling, whereas osteoporosis had effects both on balance and risk of falling.

**Key words:** Vitamin D, bone mineral density, balance, risk of falling

<sup>1</sup> Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon AD, Rize, Türkiye

<sup>2</sup> Kayseri Acıbadem Hastanesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Kliniği, Kayseri, Türkiye

**Yazışma Adresi /Correspondence:** Ayşegül Küçükali Türkyılmaz,

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, 53100, Rize, Türkiye

Email: ayse-gulkemal@gmail.com

Geliş Tarihi / Received: 16.01.2013, Kabul Tarihi / Accepted: 27.04.2013

Copyright © Dicle Tıp Dergisi 2013, Her hakkı saklıdır / All rights reserved

## GİRİŞ

İlerleyen yaşla birlikte D vitamini eksikliği sık görülür [1]. Bu durum genellikle diyetle alımında azalma, güneş ışığı maruziyetinde azalma, deride incelleme, bağırsaklardan emilimin azalması, karaciğer ve böbrekte hidrosilasyonunda bozulma gibi faktörlere bağlıdır [2]. D vitamininin kemik mineral metabolizması ve nöromuskuler fonksiyon üzerinde önemli rolü vardır [3]. Düşme riski açısından denge ve kas kuvveti önemli faktörlerdir [4,5]. Bu nedenle vitamin D seviyesi ile denge fonksiyonu arasında ilişki olabileceği düşünülmektedir.

Kemik mineral yoğunluğu (KMY) kas gücü ve nöromuskuler fonksiyon ile ilişkilidir [6]. KMY'deki azalma, yaşa bağlı gelişen kas güçsüzlüğü ile ilişkili bulunmuştur [7]. Bununla beraber nöromuskuler disfonksiyon sonucu oluşan postural denge bozukluğu, düşme ve osteoporotik kırık gelişmesine yol açabilir [8]. Orta yaşlı kadınlarda düşmelerin ilk olarak menopozal geçiş döneminde artış gösterdiği bildirilmiştir. Menopozdan sonra kadınlar arasında düşme insidansı erkeklerden üç kat daha fazladır. Menopozda östrojen kaybının beyin işlem hızında yavaşlamaya sebep olarak postural stabiliteyi etkileyip denge bozukluğuna yol açtığı düşünülmektedir [9]. Yaşa bağlı postural stabilitede de azalma ve kas güçsüzlüğü düşme için major risk faktörleridir [10].

İlerleyen yaşla birlikte görülen düşme riskini azaltmak için postural dengeyi ve kas gücünü etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi ve tedavi edilmesi önemlidir. Postmenopozal dönemde vitamin D seviyesi ile KMY'nin birlikte denge ve düşme ile ilişkisini araştıran çok az çalışma bulunmaktadır [11,12]. Biz bu çalışmada menopoz sonrası kadınlarda vitamin D seviyesi ve KMY'nin denge fonksiyonunu ve düşme riskini nasıl etkilediğini araştırmayı amaçladık.

## YÖNTEMLER

Çalışmamıza Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon polikliniğine başvuran 133 gönüllü postmenopozal kadın dahil edildi. Çalışmaya alınan bireyler 4 gruba ayrıldı; grup 1: vitamin D düzeyi düşük ve osteoporotik, grup 2: yalnızca vitamin D düzeyi düşük, grup 3: yalnızca osteoporotik, grup 4: normal. Çalışmadan dışlama kriterleri; 1. Son altı ay içinde kemik metabolizmasını etkileyen ilaç kullanımı (vitamin

D, kalsiyum, bifosfonatlar, kortikosteroid vb.), 2. Denge ve yürüme bozukluğu yaratan nörolojik hastalık ve ilaç kullanımı, 3. Tiroid, paratiroid, adrenal, karaciğer ve böbrek hastalıkları, 4. Malignite, 5. İleri düzeyde osteoartrit varlığı, 6. Görme bozukluğu, vestibüler bozukluk, 7. Periferik nöropati idi.

Olguların yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, vücut kitle indeksi (VKİ, kg/m<sup>2</sup>), sosyodemografik bilgileri, son bir yıldaki düşme ve kırık öyküleri, osteoporoz risk faktörleri, menopoz süresi sorgulandı. Tüm olguların kas iskelet sistemi ve nörolojik sistem muayeneleri yapıldı.

Olgular çalışmanın içeriği hakkında sözlü ve yazılı olarak bilgilendirildi ve onayları alındı. Çalışma için yerel etik kurul onayı alındı.

## Kemik mineral yoğunluğu (KMY) ölçümü

L1-L4 vertebra ve sol femur boyun KMY (g/cm<sup>2</sup>) dual enerji X-ray absorpsiyometresi (DXA, Lunar DPX pro, Madison Wisconsin) ile ölçüldü. Hastalar Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) tanımlamasına göre osteoporoz ve osteopeni olarak sınıflandırıldı (osteoporoz; T-skoru  $\leq$ -2.5, osteopeni; -2.5<T-skoru<-1)

## Biyokimyasal ölçümler

Tüm olguların sabah açlık venöz kanı alındı; 25-hidroksivitamin D3 (25OHD<sub>3</sub>), parathormon (PTH), kalsiyum (Ca), fosfor (P), kemiğe spesifik alkalen fosfataz (KSALP), kreatinin, AST, ALT düzeyleri bakıldı. Serum 25(OH)D<sub>3</sub> radioimmunoassay, Architect-i2000 (Abbott) ile ölçüldü. Vitamin D eksikliği <12 ng/mL olarak kabul edildi. Yapılan çalışmalarda nöromuskuler disfonksiyonun serum vitamin D seviyesi <12 ng/ml iken geliştiği gösterilmiş [13].

## Denge ve düşme riski değerlendirilmesi

Hastaların postural denge fonksiyonu zamanlı ayağa kalk ve yürü testi (ZAYT), düşme riski Berg denge skalası (BDS) ile değerlendirildi.

Zamanlı ayağa kalk ve yürü testi (ZAYT): Bu test denge ve fonksiyonel mobiliteyi değerlendirmeye yönelik objektif, güvenilir ve basit bir ölçüttür [14,15]. Testte kişiden oturduğu sandalyeden kalkması, kısa bir süre ayakta durması, 3 metre ileri doğru yürümesi, olduğu yerde 180° dönmesi ve sandalyeye doğru geri yürümesi ve sandalyeye oturması istendi. Bu esnada geçen süre kronometre

ile ölçüldü. ZAYT < 8.5 sn normal, > 8.5 sn yetersiz denge olarak kabul edildi [16].

Berg denge skalası (BDS): Bu test destek yüzeyine göre vücut ağırlık merkezinin oryantasyonunda değişiklik oluşturan ve destek yüzeyinde azalma sırasında statik pozisyonu sürdürme yeteneğinin değerlendirilebildiği 14 genel denge aktivitesinden oluşmaktadır. Her aktivite skorun 0 (aktivitenin yapılamaması) ile 4 (normal performans) arasında değiştiği 5 puanlı skala ile skorlanır. En yüksek skor aktivitenin hızlı ve kolay tamamlanabilmesine karşılık gelecek şekilde derecelendirilmiştir [16]. Bu test için < 45 puan düşme riski olarak kabul edildi [17].

### İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel değerlendirmesinde “SPSS for Windows 16.0 paket programı” kullanıldı. Değişkenlerin dağılımının normal dağılıma uygun olup olmadığı Kolmogorov-Smirnov testi ile araştırıldı. Verilerin karşılaştırılması Independent-Sample T testi, Mann-Whitney-U ve ki-kare testi ile yapıldı. Korelasyon analizi için Spearman korelasyon testi kullanıldı. İstatistiksel değerlendirmelerde  $p < 0.05$  anlamlı olarak kabul edildi. Hastalar 4 gruba ayrıldı. Gruplar arasında ZAYT ve BDS açısından fark olup olmadığı Kruskal Wallis testi ile değerlendirildi. Post hoc analizde parametrik gruplar arası değerlendirme Independent-Sample T testi ile, nonparametrik gruplar arası değerlendirme Mann-Whitney U testi ile yapıldı. Post hoc analizde anlamlı değer  $p < 0.0083$  olarak kabul edildi.

### BULGULAR

Çalışmaya 133 postmenopozal kadın alındı. Olguların yaş ortalaması  $57,3 \pm 7,3$  (44-67), menopoz süreleri  $8,1 \pm 5,7$  (1-20) yıl idi. Olguların düşme sıklığı değerlendirildiğinde 18 (%13,5) hasta son bir yıl içinde 1 kez düşme öyküsü olduğunu ifade etti. Bireylerin demografik ve klinik verileri Tablo 1’de gösterilmiştir.

Gruplar arasında ZAYT ve BDS açısından fark değerlendirildi (Tablo 2). ZAYT’e göre 4 grup ara-

sında anlamlı farklılık saptandı ( $p < 0,001$ ). Grup 1 ve grup 2, grup 1 ve grup 4, grup 3 ve grup 4 arasında anlamlı farklılık tespit edildi ( $p < 0,001$ ,  $p < 0,001$ ,  $p = 0,001$ , sırasıyla). Grup 2 ile grup 3, grup 2 ile grup 4 ve grup 1 ile grup 3 arasında anlamlı farklılık saptanmadı ( $p = 0,029$ ,  $p = 0,113$ ,  $p = 0,032$ , sırasıyla).

BDS’ye göre gruplar arasında anlamlı farklılık saptandı ( $p < 0,001$ ). Grup 1 ve grup 2, grup 1 ve grup 4, grup 2 ve grup 3, grup 3 ve grup 4 arasında anlamlı farklılık tespit edildi ( $p < 0,001$ ,  $p < 0,001$ ,  $p = 0,002$ ,  $p < 0,001$ , sırasıyla). Grup 2 ile grup 4 ve grup 1 ile grup 3 arasında anlamlı farklılık saptanmadı ( $p = 0,221$ ,  $p = 0,093$ , sırasıyla).

Çalışmaya alınan olgularda ZAYT ile L1-L4 KMY ve femur boyun KMY arasında negatif korelasyon tespit edildi. ZAYT ile  $25\text{OHD}_3$  arasında anlamlı ilişki saptanmadı. BDS ile L1-L4 KMY ve femur boyun KMY arasında pozitif korelasyon var iken,  $25\text{OHD}_3$  ile korelasyon saptanmadı. BDS ile ZAYT arasında negatif korelasyon tespit edildi (Tablo 3).

**Tablo 1.** Bireylerin demografik özellikleri, kemik mineral yoğunluğu ve biyokimyasal değerleri

	Ortalama±SS (minimum-maksimum)
Yaş (yıl)	57,3±7,3 (44-67)
VKİ (kg/m <sup>2</sup> )	28,1±3,8
Menopoz süresi (yıl)	8,1±5,7 (1-20)
Düşme hikayesi, n (%)	18 (13, 5)
ZAYT	10,1±2,3 (6, 9-15, 6)
BDS	48,4±5,9 (32-56)
L1-L4 T-skoru	-1,5±1, 6 (-4, 6-3, 7)
L1-L4 KMY (g/cm <sup>2</sup> )	0,9±0,2 (0,17-1,37)
Femur boyun T-skoru	-0,6±1,3 (-3, 30-40,0)
Femur boyun KMY (g/cm <sup>2</sup> )	0, 8±0,2 (-1-1,29)
$25\text{OHD}_3$ (ng/ml)	12, 8±5,9 (4-37,7)
Parathormon (pg/ml)	70,4 ± 26,9 (1,5-192,1)
Kalsiyum (mg/dl)	9,5 ± 0,4 (8,6-10,8)
Fosfor (mg/dl)	3,6±0,6 (2-5,9)
Kemik spesifik ALP (mg/dl)	69,4±15,7 (9,6-112)

VKİ; Vücut kitle indeksi, ZAYT; Zamanlı ayağa kalk ve yürü testi, BDS; Berg denge skalası, KMY; Kemik mineral yoğunluğu, ALP: Alkalen fosfataz

**Tablo 2.** Çalışma gruplarının BDS ve ZAYT ortalama±SS değerleri

	Grup 1 (n=17)	Grup 2 (n=43)	Grup 3 (n=21)	Grup 4 (n=52)	P
BDS	41,88±5,22	49,60±5,85	44,81±5,18	50,90±4,04	<0,001
ZAYT	12,69±1,99	9,81±2,14	11,13±2,25	9,14±1,84	<0,001

ZAYT Zamanlı ayağa kalk ve yürü testi, BDS Berg denge skalası

**Tablo 3.** Postmenopozal kadınlarda ZAYT ve BDS ile KMY ve 25OHD3 arasındaki korelasyon

	ZAYT		BDS	
	r	p	r	p
L1-L4 KMY (g/cm <sup>2</sup> )	-0,483	<0,001	0,609	<0,001
Femur boyun KMY (g/cm <sup>2</sup> )	-0,462	<0,001	0,483	<0,001
25OHD3	-0,231	0,008	0,143	0,100

ZAYT; Zamanlı ayağa kalk ve yürü testi, BDS; Berg denge skalası, KMY; Kemik mineral yoğunluğu

## TARTIŞMA

Vitamin D kalsiyum homeostazisinin sağlanmasında rol oynar ve eksikliğinde kas iskelet sisteminde önemli değişiklikler ortaya çıkar [18]. D vitamini eksikliği özellikle alt ekstremitte proksimal kas gücünde azalmaya yol açmakta, buna bağlı düşme sayısında artışa neden olabilmektedir [19]. Bununla birlikte postmenopozal osteoporoz ve düşmenin kemik kırıklarına sebep olabilen, morbidite ve mortaliteyi arttırabilen bir durum olduğu bilinmektedir [20]. Biz çalışmamızda vitamin D seviyesi ile ZAYT arasında ilişki tespit etmedik. Allali ve ark. larının çalışmasında bizim çalışmamıza benzer şekilde ZAYT ve vitamin D seviyesi arasında ilişki saptanmamıştır [12]. Ancak vitamin D eksikliği ve denge fonksiyonunu ilişkili bulan çalışmalar da mevcuttur [21-23]. Pfeifer ve ark.ları vitamin D eksikliğini dengede bozulma ile ilişkili olduğunu bulmuşlardır [11]. Laksmi ve ark.ları ise 30 hasta ile yaptıkları çalışmada ZAYT değerleri ile vitamin D düzeyi arasında anlamlı bir korelasyon saptamamıştır [24].

Abrue ve ark.larının 60 hastayla yaptığı çalışmasında normal KMY sonuçları olan kadınlarla karşılaştırıldığında, osteoporozu olan kadınlarda ciddi denge bozukluğu olduğu tespit edilmiştir [25]. Ancak Günendi ve ark.larının 53 hastayla yaptığı çalışmada postmenopozal osteoporotik ve non-osteoporotik grup arasında denge açısından anlamlı farklılık saptanmamıştır [20]. Biz ise çalışmamızda ZAYT ile L1-L4 KMY ve femur boyun KMY arasında negatif korelasyon tespit ettik. Çalışmamızda Berg denge skalasına göre vitamin D'nin tek başına ya da osteoporozla birlikte düşme riskini etkilemediği, ancak osteoporozun tek başına düşme riskini arttırabilecek bir risk faktörü olduğu saptanmıştır. Daha önce yapılan bazı çalışmalarda da vitamin D kullanımının düşme riski üzerine olumlu etkisi olmadığı gösterilmiştir [26-29]. Bununla birlikte

Mowe ve ark.larının yaptığı çalışmada vitamin D eksikliğunün düşme riskini arttırdığı belirtilmiştir [30]. 65 yaş üzeri kişilerde vitamin D seviyesi ile denge ve düşme riski arasındaki ilişkinin değerlendirildiği bir çalışmada vitamin D seviyesi, ZAYT ve BDS ile ilişkili bulunmuştur. Bu çalışmada 29 kişi son bir yıl içinde bir kez, 11 kişi iki veya daha fazla, 71 kişi ise düşmemiştir [31]. 13 randomize kontrollü çalışmanın tarandığı bir meta analizde vitamin D tek başına kullanımının düşme riskinde bir azalma sağlamadığı gösterilmiştir [32]. Latham ve ark.ları 6 ay süreyle vitamin D kullanarak vitamin D düzeyinin normal sınırlara getirilmesine rağmen bu sonuçların denge ve düşme riski üzerine istatistiksel anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermişlerdir [33]. Bizim çalışmamızda ise bu sonuçları destekleyecek şekilde vitamin D ile ZAYT ve BDS arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon saptanmazken, hem ZAYT ile L1-L4 KMY ve femur boyun KMY arasında negatif korelasyon hem de BDS ile L1-L4 KMY ve femur boyun KMY arasında pozitif korelasyon saptanmıştır.

Lynn ve ark.larının yaptığı çalışmada aynı yaş grubundaki osteoporotik kadınların non osteoporotik olanlara göre daha fazla düşme olasılığı olduğunu ve postural kontrollerinin daha bozuk olduğunu belirtmişlerdir [34]. Sinaki ve ark.ları yaptıkları çalışmada osteoporozla birlikte alt ekstremitte kas gücünün azaldığı ve buna bağlı olarak denge bozukluğu ve düşme riskinde artış olabileceğini bildirmişlerdir [35].

Postural stabilite ile dengeyi sağlamak ve devam ettirebilmek, günlük hayatımızda önemli yer tutan yürümek, oturmak, kalkmak, istemli koordineli hareketleri yapmak gibi fonksiyonel performansın sağlanmasında çok önemlidir [25]. İlerleyen yaşla birlikte artan denge bozukluğu ve düşme riskini azaltmak için bunları etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi ve tedavi edilmesi önemlidir.

Sonuç olarak, osteoporoz ve vitamin D düzeyinin birlikte ve ayrı ayrı denge ve düşme riskine etkisini değerlendirdiğimiz bu çalışmada, vitamin D düzeyinin denge ve düşme riski üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olmadığı ancak osteoporozun hem dengeyi etkilediği hem de düşme riskini arttırdığı sonucuna varılmıştır.

## KAYNAKLAR

1. Hirani V, Primatesta P. Vitamin D. concentrations among people aged 65 years and over living in private households

- and institutions in England: population survey. *Age Ageing* 2005;34:485-491.
2. Holick MF. Environmental factors that influence the cutaneous production of vitamin D. *Am J Clin Nutr* 1995;61:638-645.
  3. Kellogg International Work Group on the prevention of falls by elderly: The prevention of falls in later life. *Dan Med Bull* 1987;34:1-24.
  4. Skelton DA, Kennedy J, Rutherford OM. Explosive power and asymmetry in leg muscle function in frequent fallers and non-fallers aged over 65. *Age Ageing* 2002;31:119-125.
  5. Günendi Z, Demirsoy N. Postmenopozal osteoporozlu kadınlarda postural stabilitenin klinik ve bilgisayarlı stabilometrik değerlendirilmesi. *Türk Fiz Tıp Rehabil Derg* 2007;53:130-133.
  6. Cooper C, Barker DJP, Wickham C. Physical activity, muscle strength, and calcium intake in fracture of the proximal femur in Britain. *Br Med J* 1988;297:1443-1446.
  7. Sinaki M, Offord KP. Physical activity in postmenopausal women: effect on back muscle strength and bone mineral density of the spine. *Arch Phys Med Rehabil* 1988;69:277-280.
  8. Nguyen T, Sambrook P, Kelly P, et al. Prediction of osteoporotic fractures by postural instability and bone density. *BMJ* 1993;307:1111-1115.
  9. Shepherd JE. Effects of estrogen on cognition, mood, and degenerative brain disease. *J Am Pharm Assoc* 2001;41:221-228.
  10. Lord SR, McLean D, Stathers G. Physiological factors associated with injurious falls in older people living in the community. *Gerontology* 1992;38:338-346.
  11. Pfeifer M, Begerow B, Minne HW, et al. Vitamin D status, trunk muscle strength, body sway, falls, and fractures among 237 postmenopausal women with osteoporosis. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 2001;109:87-92.
  12. Allali F, Aichaoui S, Khazani H, et al. High prevalence of hypovitaminosis D in Morocco: Relationship to lifestyle, physical performance, bone markers, and bone mineral density. *Semin Arthritis Rheum* 2009;38:444-451.
  13. Dhesi JK, Bearne L, Moniz C, et al. Neuromuscular and psychomotor function in elderly people who fall and the relationship with vitamin D status. *J Bone Mineral Res* 2002;17:891-897.
  14. Lindsay R, James EL, Kippen S. The Timed Up and Go Test: unable to predict falls on the acute medical ward. *Aust J Physiother* 2004;50:249-251.
  15. Yelnik A, Bonan I. Clinical tools for assessing balance disorders. *Neurophysiol Clin* 2008;38:439-445.
  16. Berg KO, Maki BE, Williams JI, Holliday PJ, Wood-Dauphinee SL. Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil* 1992;73:1073-1080.
  17. Asikainen TM, Kukkonen-Herjula K, Miilunpala S. Exercise for health for early postmenopausal women: a systematic review of randomised controlled trials. *Sports Med* 2004;34:753-778.
  18. Peacock M. Effects of calcium and vitamin D insufficiency on the skeleton. *Osteoporos Int* 1998;8(suppl 2):45-51.
  19. Bischoff HA, Stahelin HB, Urscheler N, et al. Muscle strength in the elderly: its relation to vitamin D metabolites. *Arch Phys Med Rehab* 1999;80:54-58.
  20. Gunendi Z, Ozyemisci Taskiran Ö, Demirsoy N. The effect of 4-week aerobic exercise program on postural balance in postmenopausal women with osteoporosis. *Rheumatol Int* 2008;28:1217-1222.
  21. Dhesi JK, Jackson SH, Bearne LM, et al. Vitamin D supplementation improves neuromuscular function in older people who fall. *Age Ageing* 2004;33:589-595.
  22. Zamboni M, Zoico E, Tosoni P, et al. Relation between vitamin D, physical performance, and disability in elderly persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2002;57:7-11.
  23. Visser M, Deeg DJ, Lips P. Low vitamin D and high parathyroid hormone levels as determinants of loss of muscle strength and muscle mass (sarcopenia): The Longitudinal Aging Study Amsterdam. *J Clin Endocrinol Metab* 2003;88:5766-5772.
  24. Laksmi PW, Setiati S, Oemardi M, et al. Correlation Between Vitamin D Concentration and Basic Functional Mobility in Elderly Women. *Acta Med Indones* 2007;39:112-118.
  25. Abreu DC, Trevisan DC, Costa GC, et al. The association between osteoporosis and static balance in elderly women. *Osteoporos Int* 2010; 21:1487-1491.
  26. Graafmans WC, Ooms ME, Hofstee HM, et al. Falls in the elderly. A prospective study of risk factors and risk profiles. *Am J Epidemiol* 1996;143:1129-1136.
  27. Corless D, Dawson E, Fraser F, et al. Do vitamin D supplements improve the physical capabilities of elderly hospital patients? *Age Ageing* 1985;14:76-84.
  28. Faulkner KA, Cauley JA, Zmuda JM, et al. Higher 1,25-dihydroxyvitamin D<sub>3</sub> concentrations associated with lower fall rates in older community dwelling women. *Osteoporos Int* 2006;17:1318-1328.
  29. Guler H, Turhanoglu A, Ozer C. the effect of vitamin d supplementation on balance and quality of life in older women. *Turkish Journal of Geriatrics* 2008;11:57-61.
  30. Mowe M, Haug E, Bohmer T. Low serum calcidiol concentration in older adults with reduced muscular function. *J Am Geriatr Soc* 1999;47:220-226.
  31. Shahar D, Levi M, Kurtz I, et al. Nutritional status in relation to balance and falls in the elderly. *Ann Nutr Metab* 2009;54:59-66.
  32. Latham NK, Anderson CS, Reid IR. Effects of vitamin D supplementation on strength, physical performance, and falls in older persons: a systematic review. *J Am Geriatr Soc* 2003;51:1219-1226.
  33. Latham NK, Anderson CS, Lee A, et al. A randomized controlled trial of resistance exercises and vitamin D in hospitalized frail elderly: The Frailty Interventions Trial in Elderly Subjects (FITNESS). *J Am Geriatr Soc* 2003;51:291-299.
  34. Lynn SG, Sinaki M, Westerlind KC. Balance characteristics of persons with osteoporosis. *Arch Phys Med Rehabil* 1997;78:273-277.
  35. Sinaki M, Brey RHHughes CA, Larson DR, Kaufman KR. Balance disorder and increased risk of falls in osteoporosis and kyphosis: significance of kyphotic posture and muscle strength. *Osteoporos Int* 2005;16:1004-1010.