

Periton Diyaliz Hastalarında Kemik Mineral Dansitometresi ile Damar Kireçlenmesi (Vasküler Kalsifikasyon) Arasındaki İlişki

The Relationship Between Bone Mineral Densitometry and Vascular Calcification in Peritoneal Dialysis Patients

ÖZ

AMAÇ: Son dönem böbrek yetersizliği (SDBY) gelişen hastalarda damar kireçlenmesi (DK) ve kemik mineral metabolizma (KMM) bozukluğu yaygın olarak gözlenmektedir. SDBY hastalarında fetuin-A düzeyinin ileri derecede düşük olduğu saptanmıştır. Çalışmamızın amacı periton diyaliz (PD) hastalarında koroner arter kireçlenmesi (KAKS), KMM ve fetuin-A arasındaki ilişkiyi incelemektir.

GEREÇ ve YÖNTEMLER: Çalışmamıza 46 PD (E/K=28/18) hastası alınmıştır. Hastalara çok kesitli bilgisayarlı tomografi ile koroner arter kalsiyum skorlaması (KAKS) yapıldı. KAKS değerlerine göre hastalar Grup 1 (KAKS 0), Grup 2 (KAKS: 1-99), Grup 3 (KAKS: 100-399) ve Grup 4 (KAKS: ≥400) olmak üzere 4 gruba ayrıldı. Serumda fetuin-A düzeyi çalışıldı. DEXA ile kemik mineral dansitometresi ölçüldü.

BULGULAR: Periton diyaliz hastalarının KAKS ile femur T skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmıştır. Hastalarının KAKS'ı arttıkça femur T skoru azalmaktaydı. Buna ek olarak T skoru -2'nin altında ve üstünde olan hastalar karşılaştırıldığında KAKS değerleri bakımından anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. İstatistiksel açıdan anlamlı olmamakla birlikte osteopenik olan PD hastaları daha yaşlıydı ve bu hastaların fetuin-A değerleri daha düşüktü.

SONUÇ: Periton diyaliz hastalarında KAKS ile kemik mineralizasyonu arasındaki anlamlı bir ilişki saptadık.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Periton diyalizi, Damar kireçlenmesi, Kemik mineral dansitometresi

ABSTRACT

OBJECTIVE: Vascular calcification (VC) and disturbed bone mineral metabolism (BMM) are commonly seen in patients with end-stage renal disease (ESRD). Fetuin-A has been found to be significantly low in ESRD patients. The aim of our study was to investigate the relation between coronary artery calcification, BMM and fetuin-A in peritoneal dialysis (PD) patients.

MATERIAL and METHODS: 46 PD (M/F=28/18) patients were included in the study. Coronary artery calcification scoring (CACS) was performed by multi slice computed tomography. The patients were divided into 4 groups according to their CACS values as Group 1 (CACS: 0), Group 2 (CACS: 1-99), Group 3 (CACS: 100-399) and Group 4 (CACS: ≥400). Serum levels of fetuin-A were measured. Bone mineral densitometry was measured by dual energy X-ray absorptiometer (DEXA).

RESULTS: There was a statistically significant difference between CACS and femur T scores in PD patients. Femur T scores were found to be decreased while CACS values are increased. We could not find any differences in terms of CACS when we separated patients according to T scores greater or lower than -2. Osteopenic patients were found to be older and they also had low fetuin-A levels.

CONCLUSION: We found an important relationship between CACS and bone mineralization in PD patients.

KEY WORDS: Peritoneal dialysis, Vascular calcification, Bone mineral densitometry

Kültigin TÜRKMEN¹
Fatih Mehmet ERDUR¹
Orhan ÖZBEK²
Hatice KAYIKÇIOĞLU¹
Mustafa SAĞLAM¹
Halil Zeki TONBUL¹

- 1 Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi, Nefroloji Bilim Dalı, Konya, Türkiye
- 2 Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Konya, Türkiye

Geliş Tarihi : 22.12.2011

Kabul Tarihi : 13.01.2012

Yazışma Adresi:
Kültigin TÜRKMEN
 Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi,
 Nefroloji Bilim Dalı, Konya, Türkiye
 Gsm : 0 538 492 78 77
 E-posta : mdkt2010@yahoo.com

GİRİŞ

Kemik mineral metabolizması (KMM), kronik böbrek hastalığı (KBH) bulunan hastalarda erken evrelerden başlamak üzere bozulmuştur (1). Bu popülasyonda yapılan geniş kapsamlı çalışmalarda bozulmuş KMM'nin artmış kalça kırığı, kardiovasküler hastalık riski ve artmış morbidite ve mortalite riski ile yakın ilişkili olduğu saptanmıştır (2-5). Son dönem böbrek yetmezliği (SDBY) bulunan hastalarda kemik mineral dansitometresi (KMD) normal popülasyona oranla anlamlı olarak düşük saptanmış ve bu hastalarda diyaliz süresi arttıkça KMD'deki bu azalmanın daha belirgin hale geldiği saptanmıştır (6). Yakın zamanda yapılan klinik ve deneysel çalışmalarda damar duvar kireçlenmesi ile KMM arasında oldukça benzer mekanizmaların rol oynadığı gösterilmiştir. Buna ek olarak kemik metabolizması ile damar kireçlenmesi arasında bağımsız bir ilişki saptanmıştır (7-8).

Fetuin-A; plasmada bulunan, apatit kristallerinin yapımını ve damar duvarına çökmesini engelleyerek kireçlenmeyi önleyen glikoprotein yapısında bir moleküldür. Son yıllarda yapılan çalışmalarda fetuin-A'nın damar kireçlenmesinde rolü ayrıntılı olarak gösterilmiştir (9). Hemodiyaliz hastalarında yapılan bir çalışmada koroner arter kireçlenme skoru (KAKS), damar kireçlenmesi engelleyicisi olan fetuin-A ve KMD arasındaki ilişki araştırılmış ve KAKS ile proksimal radius, anterior ve posterior lomber vertebra, femur trokanter ve boyun T skoru arasında anlamlı bir ilişki olduğu gösterilmiştir. Aynı çalışmada lomber vertebra dışında diğer KMD ölçümleri ile Fetuin-A arasında olumlu ilişki saptanmıştır (10). Bununla birlikte damar kireçlenmesi ve KMD arasındaki ilişki tümüyle açıklığa kavuşmuş değildir (1).

Çalışmamızda, periton diyalizi tedavisi altındaki son dönem böbrek yetersizliği (SDBY) hastalarında KMD, KAKS ve fetuin-A arasındaki ilişkiyi araştırmayı amaçladık.

GEREÇ ve YÖNTEMLER

Çalışmamız kesitsel bir çalışma olup en az 6 ay süreyle PD tedavisi altındaki son dönem böbrek yetmezliği bulunan 46 hastayı kapsamaktadır. Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Etik Kurul'undan onay alındıktan sonra çalışmaya başlanmıştır. Hastalar aydınlatılmış onam formunu okuyup imzaladıktan sonra çalışmaya alındılar.

Periton diyalizi grubunda olan 46 hastanın yaş ortalaması $50,43 \pm 15,0$ yıl olup; 28'i erkek, 18'i kadındı. Hastaların dosyalarından elde edilen bilgilere göre böbrek yetmezliğinin nedenleri; 1 hastada polikistik böbrek hastalığı, 1 hastada amiloidoz, 1 hastada IgA nefropatisi, 1 hastada kronik pyelonefrit, 5 hastada hipertansiyon, 4 hastada diyabetik nefropati, 2 hastada nefrolitiazis olarak saptandı. 31 periton diyalizi hastasında kronik böbrek yetmezliğinin sebebi bilinmemekteydi.

Çalışmaya alınan tüm hastaların; yaş, cinsiyet, vücut ağırlığı, vücut kitle indeksi, birincil hastalıkları, diyaliz süreleri, rutin

biyokimyasal değerleri kaydedildi. Hastaların kan basıncı ölçümleri 10 dakika dinlenme sonrası yapıldı. Sistolik kan basıncı 140 mmHg ve/veya diastolik KB'ı 90 mmHg olan veya antihipertansif ilaç kullanan hastalar hipertansif olarak kabul edildi. Periton diyaliz hastaları günde 4 kez değişim yapmaktaydılar ve 41 hasta düşük kalsiyumlu diyalizat kullanırken 5 hasta yüksek kalsiyumlu diyalizat kullanmaktaydı.

Çalışmaya alınan periton diyalizi hastalarının aktif D vitamini ve kalsiyum içeren fosfor bağlayıcı kullanım oranları sırası ile %78,9 ve %63,3 idi.

Çalışmadan dışlanma ölçütleri:

1. Altı aydan kısa süredir periton diyaliz tedavisi altındaki hastalar,
2. Son bir ay içinde ağır travma, cerrahi operasyon veya yanık öyküsü bulunan hastalar,
3. Semptomatik ve ağır karaciğer hastalığı bulunan hastalar çalışmadan çıkarıldı.

Hastalardan tam kan ve biyokimyasal göstergeler, radyolojik incelemeler, dual enerji X-ışın absorpsiyometresi (DEXA) ile kemik mineral yoğunlu ölçümü ve çok kesitli BT ile koroner kalsiyum skoru saptanması yapıldı.

Hastalardan bir gecelik açlığı izleyen venöz kan örnekleri alındı. Biyokimya ve tam kan değerleri Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Merkez Biyokimya ve Hematoloji Laboratuvarlarında çalışıldı. Fetuin-A için boş tüpe alınan kanlar 5000 devirde 5 dakika santrifüj edilerek serumları ayrıldı. Numuneler Eppendorf tüplere konularak ELISA çalışmasının yapılacağı güne kadar -80°C 'de saklandı.

Fetuin-A Ölçümü:

Fetuin A, ticari kit kullanılarak (AssayMaxHuman, Kat no:EG3501-1) ELISA yöntemi ile ölçüldü (Testin normal aralığı: 300-400 $\mu\text{L/ml}$).

Kemik Mineral Yoğunluğu (KMD, DEXA) Ölçümü:

Hastaların KMD değerleri dosyalarından sağlanmış olup, son bir yıl içinde ölçüm yapılmamış hastalara Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Bölümünde DEXA ölçümü yapıldı. Çalışma kapsamında hastaların lomber omurga (L1-L3 ve L2-L4) ve proksimal femur (femur total, femur trokanter ve Wards üçgeni) kemik mineral yoğunlukları (KMY) ön arka olarak çift enerjili x-ışınli absorpsiyometri (DEXA) yöntemi ile Lunar GE cihazı (MDL DPX Prodigy-tech. 150070, Madison, ABD) kullanılarak ölçülmüştür. Tarama voltajı 67 kV, 1500 mA akım, 20.0 μGy dozda, tarama süresi yaklaşık 3 dakika idi. Sonuçlar çekim yapılan bölgelerin T skorları değerlendirilerek elde edildi.

Koroner Arter Kalsiyum Skorlaması (KAKS):

Koroner arter kalsiyum skorlaması 64-MDCT tarayıcı (Somatom Sensation 64, Siemens Medical Solutions, Erlangen,

Almanya) ile gerçekleştirilmiştir. İnceleme sırasında kalp kraniyokaudal yönde, karinadan apekse kadar taranmıştır. İşlem esnasında 140 kV'lık tüp voltajı, 190 mAs'lik etkili tüp akım zamanı çarpımı, 24x1,2 mm'lik bir kollimasyon, rotasyon başına 2,8 mm masa desteği ve 33 ms'lik tüp rotasyon zamanı elde edilmiştir. Her hastada, mediyum düz kıvrımlı kermelde (B35f) ve 512x512'lik rekonstrüksiyon matriksinde %65'lik R-R rekonstrüksiyonu yapılarak hazırlanmıştır. Daha sonra rekonstrükte edilen bütün görüntüler kalsiyum skorlama maksadıyla (Syngo Calcium Scoring CT, Siemens, Almanya) dış ortama aktarılmıştır (Leonardo, Siemens Medical Solutions, Erlangen, Almanya). Koroner kalsiyum skorlama Agatston ve arkadaşlarının tarif ettiği şekilde 130 HU'luk bir eşik göz önüne alınarak hesaplanmıştır (11).

Hastalar KAKS'a göre, KAKS 0 olanlar (Grup 1), düşük kalsiyum skorlu hastalar (KAKS 1-99, Grup 2), orta kalsiyum skorlu (KAKS 100-399, Grup 3) ve yüksek kalsiyum skorlu (KAKS≥400, Grup 4) hastalar olmak üzere 4 gruba ayrıldı.

İstatistiksel Analiz:

Veriler SPSS (Statistics Programme for Social Sciences) bilgisayar programının 17.0 versiyonu ile bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Bulgular ortalama ± standart sapma ve % oranıyla gösterildi. Normal dağılıma uygunluk analizleri yapıldı. 2'li grupların karşılaştırılmasında tanımlayıcı testlerle ortalama ve standart sapmalar saptandıktan sonra Freidman testi ile grup analizleri yapıldı. İki oranın karşılaştırılmasında Fischer Exact ve Ki-Kare testi kullanıldı. $p < 0,05$ anlamlılık düzeyi olarak kabul edildi.

SONUÇLAR

Çalışmamıza alınan PD hastalarının demografik, klinik, biyokimyasal göstergeleri Tablo I'de gösterilmiştir.

Çalışmaya alınan hastalar KAKS skorlarına göre 4 gruba ayrıldı. Hastaların bu dört gruba göre dağılımları Tablo II'de gösterilmiştir. On iki PD hastasının (%26), KAKS değeri sıfır olarak bulunmuştur.

PD hastalarının ortalama KAK skorları $262,75 \pm 405,09$ HU bulundu.

Çalışmaya alınan PD hastaları KAK skoruna göre 4 gruba ayrıldı. Bu hastalar femur ve lomber T skorlarına göre değerlendirildiğinde femur T skoru ile KAKS arasında anlamlı ilişki saptandı ($p=0,043$). Periton diyaliz hastalarının KAKS'ı arttıkça femur T skoru azalmaktaydı (Tablo III).

Çalışmamızda PD hastaları femur T skorlarına göre 2 gruba ayrıldı. T skoru - 2,0'nin altında olan bireyler grup 1, -2,0 üzerinde olan bireyler grup 2 olarak ele alındı. Hastaların femur T skor grupları (grup A ve B) ile yaş, fetuin-A ve KAKS değerleri arasındaki ilişki değerlendirildi (Tablo IV). Periton diyaliz hastalarında KAKS değerleri bakımından grup A ile grup B'deki

Tablo I: Periton diyaliz hastalarının demografik, klinik ve biyokimyasal göstergeleri.

Göstergeler	PD Hastaları (n=46) (ortalama±SD)
Erkek/Kadın	18/28
Yaş (yıl)	50,4±15,0
Diyaliz süresi (yıl)	4,6±2,2
VKİ (kg/m ²)	26,9±5,0
SKB (mmHg)	134±28
DKB (mmHg)	84±17
Kalsiyum (mg/dL)	8,92±0,87
Fosfor (mg/dL)	4,24±1,0
CaxP (mg ² /dL ²)	37,9±10,3
PTH (pg/mL)	327±198
Albumin (g/dL)	3,6±0,45
LDL (mg/dL)	108,5±26,9
CRP (mg/dL)	15,5±18,9
Fetuin-A (ng/ml)	257±39,9
KAKS (HU)	225,1±285,8

VKİ; Vücut Kitle İndeksi, **SKB;** Sistolik Kan Basıncı, **DKB;** Diyastolik Kan Basıncı, **LDL;** Düşük Dansiteli Lipoprotein, **CRP;** C-Reaktif Protein, **KAKS;** Koroner Arter Kalsifikasyon Skoru, **SD;** Standart Deviasyon

Tablo II: Periton diyalizi hastalarının KAKS'a göre dağılımları.

KAKS Grubu	PD Hastaları (n=46)
1 (KAKS:0)	12 (%26)
2 (KAKS:1-99)	11 (%24)
3 (KAKS:100-399)	13 (%28)
4 (KAKS:>400)	10 (%22)

KAKS: Koroner Arter Kalsifikasyon Skoru, **PD;** Periton Diyalizi

hastalar karşılaştırıldığında anlamlı farklılık saptanmamıştır. Ancak istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte osteopenik gruptaki hastaların daha yaşlı oldukları ve fetuin-A değerlerinin daha düşük olduğu saptandı (Tablo IV).

Tablo III: Periton Diyaliz Hastalarının KAKS Gruplarına Göre Femur ve Lomber T skorları.

	Periton Diyaliz Hastaları	
	Femur T Değeri	Lomber T Değeri
KAKS GRUP 1 (ortalama±SD)	-0,793±1,54	-0,443±1,53
KAKS GRUP 2 (ortalama±SD)	-0,923±1,37	-0,492±1,90
KAKS GRUP 3 (ortalama±SD)	-0,091±1,65	-0,712±1,65
KAKS GRUP 4 (ortalama±SD)	-2,06±1,55	-0,978±1,58
P değeri	0,04	0,14

KAKS: Koroner Arter Kalsifikasyon Skoru, **PD;** Periton Diyalizi, **SD;** Standart Deviasyon

Tablo IV: Periton diyalizi hastalarının femur T skorlarına göre ayrılmış gruplarda fetuin-A, yaş ve KAKS değerleri.

	Grup A (T skoru ≤ -2) (n=13)	Grup B (T skoru > -2) (n=33)	P değeri
Fetuin-A (ng/ml)	241,48±38,59	263,14±39,35	0,98
Yaş (yıl)	55,15±17,24	48,58±13,93	0,18
KAKS	318,05±284,78	188,52±282,17	0,17

KAKS: Koroner Arter Kalsifikasyon Skoru

TARTIŞMA

Çalışmamızın ana sonuçları şu şekilde özetlenebilir; i) periton diyalizi hastalarının KAK skorları ile femur T skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptandı. Bu hastaların KAKS'ı arttıkça femur T skoru azalmaktaydı, ii) PD hastalarında KAKS değerleri bakımından T skoru -2'nin altında ve üstünde olan hastalar karşılaştırıldığında anlamlı farklılık saptanmamıştır. Ancak istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte osteopenik hastalar daha yaşlıydı ve bu hastaların fetuin-A değerleri daha düşüktü.

Damar kireçlenmesi; kronik böbrek yetersizliği, diyabet, hipertansiyon ve arteriyel sertleşme gibi endotel hasar oluşumu ile giden hastalıklarda sıklıkla görülen ve genç yaşlarda bile

artmış morbidite ve mortalite ile ilişkili bir durumdur (12). Damar kireçlenmesi (DK), diyaliz süresi ve yeterliliği, ileri yaş, serum Ca x P çarpımı ve fosfor düzeyleri, D vitamin tedavisi ve hiperparatiroidi ile ilişkili bulunmuştur. Damar kireçlenmesi (DK) ile kronik böbrek hastalığı arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışma, evre 3-5 KBH'sı saptanan hastalarda sağlıklı popülasyona göre DK'nın arttığını göstermiş ve diyabetik olan KBH hastalarında DK'nın diyabetik olmayan hastalara oranla daha yüksek saptanması DK sürecinde diyabet varlığının da önemli olduğunu göstermiştir (13). Multidetektör bilgisayarlı tomografi (MDCT) ve elektron beam bilgisayarlı tomografi (EBCT) teknikleri kullanılarak damar kalsiyum skorlaması yapılabilmekte ve nitel değerler elde edilebilmektedir (14). Yapılan çalışmalarda koroner arter hastalığı değerlendirilmesinde koroner kalsiyum skorlaması oldukça duyarlı bulunmuştur (15). Bizim çalışmamızda da etkinlik ve güvenilirliği kanıtlanmış olan MDCT kullanılarak KAKS'a göre PD hastalarımızı 4 grupta inceledik ve daha önceki çalışmalardaki benzer olarak KAKS'ı yüksek olan hasta oranının oldukça yüksek olduğunu saptadık.

Fetuin-A (alpha-2 Heremans-Schmid glikoproteini); plazmada bulunan, apatit kristallerinin yapımını ve damar duvarına çökmesini engelleyerek kireçlenmeyi önleyen glikoprotein yapısında bir moleküldür. Damar kireçlenmesi için yüksek risk grubunda bulunan böbrek yetersizliği olan bireylerde serum fetuin-A düzeyinin çok düşük olduğu saptanmıştır (16).

DEXA hem genel popülasyonda, hem de KBH hastalarında kemik yoğunluğunu ölçmek amacıyla sıklıkla tercih edilen yöntem olmasına karşın KMD'yi daha doğru olarak değerlendirdiğine inanılan ve yeni bir yöntem olan nitel bilgisayarlı tomografi (QCT) hem kortikal hem de süngersi kemik dokusunu birbirinden ayırabilmektedir (17).

Yakın zamanda, 72 hemodiyaliz hastasında KAKS, fetuin-A ve KMD arasındaki ilişkiyi araştıran bir çalışmada KAKS ile proksimal radius, anterior ve posterior lomber vertebra, femur trokanter ve boyun T skoru arasında ilişki olduğu gösterilmiş ve lomber vertebra dışında diğer KMD ölçümleri ile fetuin-A arasında olumlu ilişki saptanmıştır (10). Çalışmamızda PD hastalarının KAK skorları ile femur T skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmıştır. Periton diyaliz hastalarının KAKS'ı arttıkça femur T skoru azalmaktaydı. Buna ek olarak T skoru -2'nin altında ve üstünde olan hastalar karşılaştırıldığında KAKS değerleri bakımından anlamlı farklılık saptanmamıştır. Ancak istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte osteopenik hastalar daha yaşlı ve fetuin-A değerleri daha düşüktü. Çalışmamızda, osteopenik hastalarda femur T skoru ile KAKS ve fetuin-A arasında ilişki saptanmaması KMD ölçümünün DEXA ile yapılmış olmasına bağlı olabilir. Genel popülasyonda DEXA ile kemiğin yoğunluğu hızlı ve güvenilir bir biçimde ölçülmesine karşılık SDBY hastalarında bu ölçümün güvenilirliği konusunda çelişkili sonuçlar bulunmaktadır (18).

Çalışmamızda en önemli kısıtlayıcı etken hasta sayımızın az olmasıdır. Buna ek olarak bilgisayarlı tomografi teknikleri

medyal-intimal kireçlenme arasındaki ayrımı yapmada başarılı değildir. Kemik mineral dansitometre ölçümü için DEXA yöntemi yerine QCT kullanmak hastaların kemik kütlesi açısından ayrıntılı ve güvenilir bilgi sağlamamıza olanak sağlamaktadır.

Sonuç olarak, PD hastalarında KAKS ile kemik mineralizasyonu arasındaki anlamlı bir ilişki vardır. Bu ilişkiyi açıklayacak kontrollü rasgele ileriye dönük çalışmalara gereksinim vardır.

KAYNAKLAR

1. Ambrus C, Marton A, Nemeth ZK, Mucsi I: Bone mineral density in patients on maintenance dialysis. *Int Urol Nephrol* 2010; 42 (3): 723-739
2. Jadoul M, Albert JM, Akiba T, Akizawa T, Arab L, Bragg-Gresham JL, Mason N, Prutz KG, Young EW, Pisoni RL: Incidence and risk factors for hip or other bone fractures among hemodialysis patients in the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study. *Kidney Int* 2006; 70 (7): 1358-1366
3. Mittalhenkle A, Gillen DL, Stehman-Breen CO: Increased risk of mortality associated with hip fracture in the dialysis population. *Am J Kidney Dis* 2004; 44 (4): 672-679
4. Ketteler M, Gross ML, Ritz E: Calcification and cardiovascular problems in renal failure. *Kidney Int Suppl* 2005 (94): 120-127
5. Matsubara K, Suliman ME, Qureshi AR, Axelsson J, Martola L, Heimbürger O, Barany P, Stenvinkel P, Lindholm B: Bone mineral density in end-stage renal disease patients: Association with wasting, cardiovascular disease and mortality. *Blood Purif* 2008; 26 (3): 284-290
6. Fontaine MA, Albert A, Dubois B, Saint-Remy A, Rorive G: Fracture and bone mineral density in hemodialysis patients. *Clin Nephrol* 2000; 54 (3): 218-226
7. Spasovski GB: Bone health and vascular calcification relationships in chronic kidney disease. *Int Urol Nephrol* 2007; 39 (4): 1209-1216
8. London GM, Marty C, Marchais SJ, Guerin AP, Metivier F, de Vernejoul MC: Arterial calcifications and bone histomorphometry in end-stage renal disease. *J Am Soc Nephrol* 2004; 15 (7): 1943-1951
9. Schinke T, Amendt C, Trinkl A, Poschke O, Muller-Esterl W, Jahnhen-Dechent W: The serum protein alpha2-HS glycoprotein/fetuin inhibits apatite formation in vitro and in mineralizing calvaria cells. A possible role in mineralization and calcium homeostasis. *J Biol Chem* 1996; 271 (34): 20789-20796
10. Kirkpantur A, Altun B, Hazirolan T, Akata D, Arici M, Kirazli S, Turgan C: Association among serum fetuin-A level, coronary artery calcification and bone mineral densitometry in maintenance hemodialysis patients. *Artif Organs* 2009; 33 (10): 844-854
11. Agatston AS, Janowitz WR, Hildner FJ, Zusmer NR, Viamonte M Jr, Detrano R: Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 1990; 15 (4): 827-832
12. Proudfoot D, Skepper JN, Shanahan CM, Weissberg PL: Calcification of human vascular cells in vitro is correlated with high levels of matrix Gla protein and low levels of osteopontin expression. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 1998; 18 (3): 379-388
13. Kramer H, Toto R, Peshock R, Cooper R, Victor R: Association between chronic kidney disease and coronary artery calcification: The Dallas Heart Study. *J Am Soc Nephrol* 2005; 16 (2): 507-513
14. Shaw LJ, Raggi P, Schisterman E, Berman DS, Callister TQ: Prognostic value of cardiac risk factors and coronary artery calcium screening for all-cause mortality. *Radiology* 2003; 228 (3): 826-833
15. Raggi P, Shaw LJ, Berman DS, Callister TQ: Prognostic value of coronary artery calcium screening in subjects with and without diabetes. *J Am Coll Cardiol* 2004; 43 (9): 1663-1669
16. Dellegrottaglie S, Sanz J, Rajagopalan S: Molecular determinants of vascular calcification: A bench to bedside view. *Curr Mol Med* 2006; 6 (5): 515-524
17. Chen Q, Kaji H, Iu MF, Nomura R, Sowa H, Yamauchi M, Tsukamoto T, Sugimoto T, Chihara K: Effects of an excess and a deficiency of endogenous parathyroid hormone on volumetric bone mineral density and bone geometry determined by peripheral quantitative computed tomography in female subjects. *J Clin Endocrinol Metab* 2003; 88 (10): 4655-4658
18. Barnas U, Schmidt A, Seidl G, Kaider A, Pietschmann P, Mayer G: A comparison of quantitative computed tomography and dual X-ray absorptiometry for evaluation of bone mineral density in patients on chronic hemodialysis. *Am J Kidney Dis* 2001; 37 (6): 1247-1252