

Elektron demeti tomografisi ile saptanan koroner arter kalsifikasyonunun yaş ve cinsiyet ile ilişkisi

Nihan Erdoğan, Levent Altın, Şekip Altunkan

AMAÇ

Elektron demeti tomografi (EDT) ile saptanan koroner arter kalsifikasyonunun, yaş ve cinsiyet ile ilişkisinin araştırılması.

GEREÇ VE YÖNTEM

Koroner arter kalsifikasyonunun saptanması amacıyla 654 hasta EDT ile incelenmiştir. İncelemeler, EDT (Imatron C-150 XP) cihazında, kardiyak hareketlerin önlenmesi amacıyla prospektif elektrokardiyografi (EKG) tetiklemesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Total kalsifikasyon skorları, saptanan kalsifikasyonların sayısı, alan ve bilgisayarlı tomografik dansite değerlerine göre hesaplanmıştır. Yaş ve cinsiyet faktörlerinin, koroner arter kalsifikasyon varlığı ve miktarı üzerine etkisi değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Ortalama total kalsifikasyon skorları değerlendirildiğinde, erkekler ve kadınlar arasında belirgin farklılık ($p < 0.001$) olduğu ve tüm yaş gruplarında, ortalama total kalsifikasyon skorunun erkeklerde kadınlardan her zaman daha fazla olduğu görülmüştür. Koroner arterlerde en erken kalsifikasyon saptanması erkeklerde 40 yaşın altında, kadınlarda ise 40 yaş üzerinde izlenmiştir. Genç yaşlarda erkek ve kadınlar arasında büyük fark olmasına rağmen, 60 yaşından sonra koroner arter kalsifikasyon prevalansları arasındaki farkın azalmaya başladığı görülmüştür.

SONUÇ

Bu çalışmada, arteriyosklerozun göstergesi olan koroner arter kalsifikasyonunun, yaş ve cinsiyet ile yakından ilişkili olduğu gösterilmiştir.

Kardiyovasküler mortalite, batı dünyasındaki ölümlerin başta gelen sebeplerindendir (1). Türkiye’de ise, 1990 yılından itibaren yürütülen prospektif TEKHARF çalışmasına göre, nüfusun tamamında tüm nedenli ölümlerin %45’i kalp damar hastalıklarından olmaktadır (2). Sadece primer risklerin azaltılması stratejisi, kardiyovasküler mortaliteyi gerçek bir şekilde azaltabilirken, hastane tedavisi sıırlı sayıda hastaya yardımcı olabilmektedir (3).

Koroner arter duvarında oluşan kalsifikasyon, koroner arteriyosklerozun kesin bir göstergesidir (4-8). Gelecekteki kardiyak hadise olasılığı, arteriyosklerotik hastalık ispatı ile yakın ilişkili olduğundan, koroner arter kalsifikasyonu miktarı ve dağılımının saptanması, kardiyovasküler riski önceden belirlemede önemli bir bilgidir.

Son yıllarda bilgisayarlı tomografi (BT) teknolojilerindeki hızlı gelişmelerle birlikte, spiral BT ve özellikle yüksek hızla görüntü alabilen elektron demeti tomografisi (EDT) ile “multislice” BT teknolojileri koroner kalsifikasyonun saptanmasında noninvazif ve duyarlı yöntemler olarak klinik kullanıma girmişlerdir (9,10,11). Herhangi bir kardiyak hadise gelişmeden, koroner arteriyosklerotik hastalığı önceden tesbit edilebilme potansiyellerinden dolayı, BT teknolojilerinin önemi giderek artmaktadır. Bu çalışmada koroner arteriyosklerozun göstergesi olan kalsifikasyon varlığı ve miktarının EDT ile saptanması, yaş ve cinsiyet ile ilişkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve yöntem

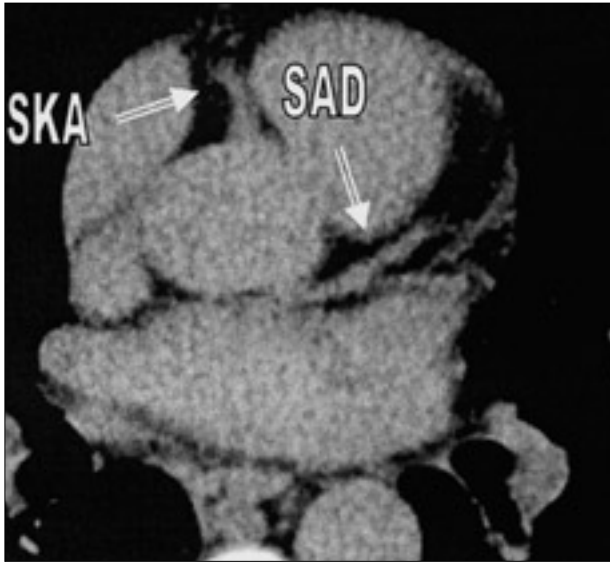
Şubat-Aralık 2001 tarihleri arasında, kliniğimize kendiliğinden başvuran, yaşları 30 ile 85 (ortalama 53.3 ± 10.7) arasında değişen, asemptomatik ve semptomatik, 231’i kadın, 423’ü erkek, toplam 654 hasta incelemeye alınmıştır. Hastalar 10 yıllık intervallerle yaşlarına göre; 30-39 yaş, 40-49 yaş, 50-59 yaş, 60-69 yaş ve 70 yaş üstü olmak üzere 5 gruba ayrılmıştır. Hastaların koroner arterleri, kalsifikasyon varlığı ve varsa miktarı yönünden değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar yaş grupları ve yaş grupları içerisinde cinsiyetlerine göre karşılaştırılmıştır.

İncelemeler EDT (Imatron C-150 XP) cihazı ile, kontrast madde uygulanmaksızın yapılmıştır. Bütün incelemeler, 3 mm kesit kalınlığı ve 3 mm masa hareketi, 100 msn tarama zamanı, 512x512 matriks ve 26-30 cm “field of view” (FOV) parametreleri ile gerçekleştirilmiştir. Hasta supin pozisyonunda yatar halde topogram görüntüsü alındıktan sonra, aort kökünden itibaren tüm kalbi içerisine alacak şekilde, 20-30 sn’lik nefes tutma süresinde ve kalp hareketlerini en aza indirebilmek

N. Erdoğan (✉), L. Altın, Ş. Altunkan
Metropol Tıp Merkezi, Ankara

22. Ulusal Radyoloji Kongresi’nde (26-31 Ekim 2001, Antalya) poster olarak sunulmuştur.

Gelişi: 03.02.2002 / Kabulü: 22.05.2003



Resim 1. Koroner arterlerinde kalsifikasyon saptanmayan, 38 yaşında bayan hastanın aksiyel EDT kesitinde, sol anterior desendan (SAD) ve sağ koroner arter (SKA) proksimali izlenmektedir.



Resim 2. Otuzdokuz yaşında erkek hastanın aksiyel EDT kesitinde, sol anterior desendan (SAD) koroner arterde az miktarda kalsifikasyon izlenmektedir.

için %80 R-R intervalinde EKG tetiklemesi eşliğinde, yaklaşık 30-40 adet aksiyel kesit alınmıştır.

Başlıca dört ana koroner arter; SAD (sol anterior desendan), SA (sol ana), SS (sol sirkumfleks) ve SKA (sağ koroner arter) tüm traseleri boyunca kalsifiye lezyon varlığı yönünden değerlendirilmiştir. Koroner arterlerdeki kalsifikasyon miktarı "AccuImage Workstation" yardımıyla, "Agatston" skorlaması kullanılarak hesaplanmıştır. "Agatston" skorlamasına göre, birbirine komşu 2-3 pikselde, 1 mm²'den geniş bir alanda, BT dansitesi 130 "Hounsfield" ünitesinden (HU) fazla olan lezyonlar kalsifikasyon olarak yorumlanmıştır (12). Her kalsifiye lezyon için kalsifikasyon skoru, lezyon alanı ile lezyon dansitesine göre belirlenen dansite skorunun çarpılması ile hesaplanmıştır. Lezyon dansitesine göre belirlenen dansite skoru; 130-199 HU için 1, 200-299 için 2, 300-399 için 3 ve ≥400 için 4 olarak belirlenmiştir (12). Dört ana koroner arterinin herbiri için kalsifikasyon skoru saptanmış ve toplanarak her hasta için total kalsifikasyon skoru hesaplanmıştır. Koroner arterlerinde kalsifikasyon saptanan hastalar EDT+, kalsifikasyon saptanmayan hastalar ise EDT- olarak kabul edilmiştir.

İstatiksel analizde, yaş ile ortalama total kalsifikasyon skoru arasındaki

ilişkinin değerlendirilmesi için "Pearson momentler çarpımı korelasyon katsayısı" testi uygulanmıştır. Cinsiyetler arası kalsifikasyon skorları farkının değerlendirilmesi amacıyla bağımsız gruplar için t-test tekniği, erkek ve kadınlarda belirlenen yaş grupları arasındaki ortalama total kalsifikasyon skorları arasındaki farkın değerlendirilmesi için "tek yönlü Anova" testi uygulanmıştır. Yine erkek ve kadınlarda belirlenen yaş gruplarındaki kalsifikasyon prevalansları arasındaki farklılıklar "ki-kare" testi ile analiz edilmiştir. P<0.05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Bulgular

İncelemeye alınan 423'ü (%64.7) erkek, 231'i (%35.3) kadın, toplam 654 hastanın, 195'i (%29.8) hipertansiyon, 85'i (%12.9) ise diyabet hastalığı nedeniyle tedavi gördüğü belir-

lenmiştir. Hastaların 295'inde (%45.1) ailede koroner kalp hastalığı öyküsü, 269'unda (%41.1) sigara kullanımı ve 299'unda (%45.7) ise yüksek kolesterol düzeyleri saptanmıştır (Tablo 1).

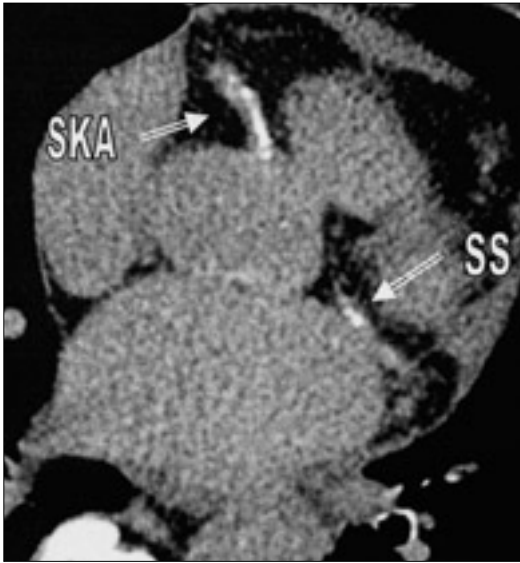
EDT ile koroner arterleri değerlendirilen 654 hastanın, 367'sinde (%56.1) kalsifikasyon saptanmıştır (Resim 1-4). Toplam kalsifikasyon skorları 0 ile 3321.57 arasında değişmekte olup, ortalama total kalsifikasyon skoru 138.10±342.22 bulunmuştur. Erkeklerde 423 hastanın 249'unda (%58.9), kadınlarda 231 hastanın 118'inde (%51.1) koroner arter kalsifikasyonu tesbit edilmiştir. Ortalama total kalsifikasyon skoru kadınlarda 93.1±234.16, erkeklerde 162.34±386.41 bulunmuştur. Cinsiyetler arasında ortalama total kalsifikasyon skorları açısından anlamlı bir fark olduğu görülmüştür (p<0.001). Koroner arterlerdeki total kalsifikasyon skorları ve kalsifikasyon (EDT+) prevalanslarının, kadınlarda ve erkeklerde yaş gruplarıyla anlamlı artış gösterdiği saptanmıştır (p<0.001).

Koroner arterlerde en erken kalsifikasyon saptanması, erkeklerde 40 yaşın altında izlenirken, kadınlarda 40 yaş üzerinde izlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, koroner arterlerdeki kalsifikasyon prevalansının, erkeklerde kadınlara kıyasla daha erken yaşta

Tablo 1. Çalışmaya alınan hastaların demografik ve klinik özellikleri (n=654)

Yaş (ortalama±SS)	53.3±10.7
Erkek	423 (%64.7)
Sigara kullanımı	269 (%41.1)
Göğüs ağrısı	66 (%10)
Hipertansiyon	110 (%16.8)
Diyabet	85 (%12.9)
Yüksek kolesterol	299 (%45.7)
Ailede KKH öyküsü	295 (%45.1)

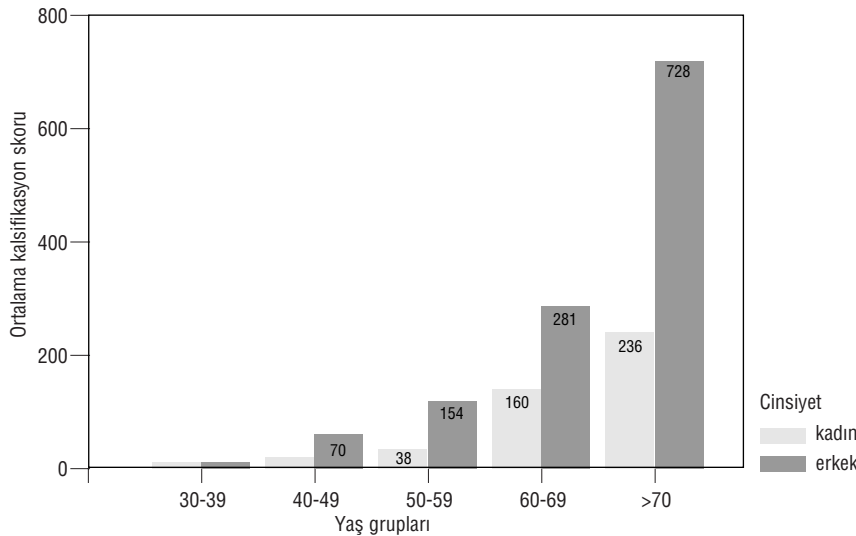
KKH: Koroner kalp hastalığı, SS: standart sapma



Resim 3. Altmışaltı yaşında bayan hastanın aksiyel EDT kesitinde, sol sirkumfleks (SS) ve sağ koroner arterinde (SKA) yoğun kalsifikasyonlar izlenmektedir.



Resim 4. Altmışüç yaşında erkek hastanın aksiyel EBT kesitinde, sol anterior desendan (SAD) koroner arter ve diagonal dalında yoğun kalsifikasyonlar izlenmektedir.



Grafik 1. Ortalama total kalsifikasyon skorunun yaş grupları ve cinsiyet ile olan ilişkisi

artış gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 2). Erkeklerde 40-49 ile 50-59 yaşları arasında koroner kalsifikasyon prevalansı % 49.3'den % 69.2'ye artarken, kadınlarda 50-59 ile 60-69 yaşları arasında % 43.1'den % 74.6'ya artış gösterdiği izlenmiştir. Kadınlarda total kalsifikasyon skorunun, erkeklerle aynı seviyeye 10 yıllık yaş intervali sonrası ulaştığı dikkati çekmiştir. Erkeklerde ortalama total kalsifikasyon skoru 50-59 yaşlarında 153.84 ± 273.64 iken, kadınlarda 60-69 yaşlarında 159.79 ± 299.28 'e ulaştığı gözlenmiştir. Yetmiş yaş üzerinde, ortalama total kalsifikasyon skoru erkeklerde 727.93 ± 649.74 , kadınlarda $235.70 \pm$

365.91 , koroner kalsifikasyon prevalansı ise erkeklerde %100, kadınlarda

%81.3 olarak bulunmuştur. Koroner arterlerde kalsifikasyon bulunma sıklığının, 60 yaşına kadar kadınlarda erkeklerin yarısı kadar olduğu, 60 yaşından sonra ise bu farkın azalmaya başladığı izlenmiştir (Grafik 1).

Tartışma

Koroner arterlerde kalsifikasyon varlığı arteriyosklerozun kesin bir göstergesidir (4-8). Klinik ve histopatolojik çalışmalar, koroner arter kalsifikasyonu ile arteriyosklerotik koroner arter hastalığı arasındaki yakın ilişkiyi desteklemektedir (13-16). Bir çok çalışmada, koroner arter kalsifikasyon dağılımının kardiyovasküler riski önceden belirleyebildiği bildirilmiştir (17-18). Budoff ve arkadaşlarının in-vazif koroner koroner anjiyografi ile

Tablo 2. Kadın ve erkeklerde, yaş gruplarına göre ortalama total koroner kalsifikasyon skorları ve koroner kalsifikasyon (EDT+) prevalansları

Yaş grupları	Total kalsiyum skoru			
	Erkek		Kadın	
	Ortalama $\pm$ SS	EDT+	Ortalama $\pm$ SS	EDT+
30-39	1.66 $\pm$ 7.96 (47)	%8.5	0.00 $\pm$ 0.00 (8)	%0
40-49	70.11 $\pm$ 322.41 (146)	%49.3	9.80 $\pm$ 35.63 (52)	%19.2
50-59	153.83 $\pm$ 273.63 (143)	%69.2	37.80 $\pm$ 11.84 (72)	%43.1
60-69	281.11 $\pm$ 495.76 (60)	%78.3	159.78 $\pm$ 299.27 (67)	%74.6
>70	727.92 $\pm$ 649.74 (27)	%100	235.70 $\pm$ 365.90 (32)	%81.3
Toplam	162.73 $\pm$ 386.79 (423)	%58.9	92.98 $\pm$ 234.18 (231)	%51.1

EBT+: Koroner arterlerinde kalsifikasyon saptanan hastalar; EDT-: Koroner arterlerinde kalsifikasyon saptanmayan hastalar

karşılaştırmalı olarak yaptığı en son çalışmalarda, obstrüktif koroner arter hastalığının saptanmasında, EDT ile saptanan koroner arter kalsifikasyonunun sensitivitesinin ve negatif prediktivitesinin ise %96 olduğu saptanmıştır (19). Yine Budoff ve arkadaşlarının yaptığı diğer bir çalışmada, obstrüktif koroner arter hastalığının saptanmasında EDT ile saptanan koroner arter kalsifikasyonunun toplam sensitivitesi %95, toplam spesifitesi ise %66 bulunmuştur. Koroner kalsiyum skoru >20, >80, >100 olan hastalarda ise, sensitivitenin sırasıyla %90, %79 ve %76 olarak azaldığı, spesifitenin ise %58, %72 ve %75 olarak artış gösterdiği saptanmıştır (20).

Koroner arter kalsifikasyonu radyopak olduğundan, direkt grafi, floroskopi, spiral BT, EDT, MSBT, intravasküler ultrasonografi, manyetik rezonans görüntüleme, transtorasik ve transözofageal ekokardiografi gibi bir çok radyografik yöntem ile saptanabilmektedir. Floroskopi, spiral BT, EDT ve MSBT koroner arter kalsifikasyonunun saptanmasında pratikte en sık kullanılan noninvazif radyolojik inceleme yöntemleridir (9,11,21).

EDT yüksek uzaysal, temporal ve ya kontrast rezolüsyonu olan ve dizaynında mekanik hareket gerektiren parça bulundurmeyen kesitsel bir görüntüleme tekniğidir (22). EDT ile gerçekleştirilen 100 ms/kesit gibi çok hızlı inceleme zamanı ve prospektif EKG tetiklemesi sayesinde, kardiyak kontraksiyonlara bağlı hareket artefaktları önlenir ve çok küçük kalsifikasyon birikimleri doğru olarak saptanabilir. Koroner arterlerdeki kan dansitesine kıyasla daha düşük BT dansiteli periarteriyel yağ dokusu nedeniyle, koroner arterler açıkça görülebilir. Ayrıca kana göre yüksek BT dansitesinden dolayı intramural kalsifikasyonun izlenebilir olması da tetkikin kontrast madde enjeksiyonuna gerek kalmadan yapılmasını sağlamaktadır (9). EDT, koroner arterlerdeki kalsifikasyon varlığının saptanmasına ek olarak, kalsifikasyon alanı ve yoğunluğunun belirlenmesine de olanak sağlar. Görüntüler 0.25-0.50 mm² pik-

sel boyutunda elde edilebildiğinden, çok küçük miktarlardaki kalsifikasyon birikimleri doğru olarak saptanabilir. Histolojik çalışmalar +130 HU doku dansitesitelerinin kalsifikasyonla uyumlu olduğunu desteklemiştir (23). Bu nedenle EDT ile BT dansitesi +130 HU olan lezyonlar kalsifikasyon olarak yorumlanmaktadır.

EDT ile tesbit edilen koroner kalsifikasyon prevalansı ve kalsifikasyon skorları ile yaş ve cinsiyetler arasında saptadığımız anlamlı ilişki, yapılan diğer çalışmalar ile de uyumludur (24,25). Koroner kalsifikasyon prevalansının, özellikle genç yaşlarda daha belirgin olmak üzere her yaş grubunda, erkeklerde kadınlara kıyasla daha fazla olduğu görülmüştür. Koroner arterlerde en erken kalsifikasyon saptanması erkeklerde 40 yaşın altında, kadınlarda ise 40 yaş üzerinde belirlenmiştir. Kadınlar ve erkekler arasında, özellikle de genç yaşlarda kalsifikasyon prevalanslarında belirgin fark saptanması, menapoz öncesi kadınlardaki düşük koroner hadise insidansı ile paralellik göstermektedir. Koroner kalsifikasyon prevalansı, 60 yaşına kadar kadınlarda erkeklerdekinin yaklaşık yarısı kadar olduğu, 60 yaşından sonra ise bu farkın azalmaya başladığı görülmüştür. Erkeklerde 70 yaş ve üzerinde koroner kalsifikasyon prevalansı %100 iken, kadınlarda %81.3 olarak bulunmuştur. Janowitz ve arkadaşlarının 5 ila 10 yaş intervalleri ile koroner kalsifikasyonu saptamak amacıyla incelemeye aldığı 1396'sı erkek 502'si kadın olmak üzere toplam 1898 asemptomatik kişilerin incelenmesinde de görülmüştür ki, 60 yaşına kadar kadınlarda belirlenen koroner kalsifikasyon prevalansı erkeklerin yarısı kadardır (26). Altmış yaşından sonra bu farkın azalmaya başladığı dikkati çekmiştir. Erkeklerde, 40-69 yaş arası koroner kalsifikasyon dağılımının, 50-79 yaş grubu kadınlara ait koroner kalsifikasyon dağılımına benzer olduğu görülmüştür. Benzer bulgular Devries ve arkadaşlarının çalışmaları ile de doğrulanmıştır (27).

Bu çalışmamızda, arteriyosklerozun göstergesi olan koroner arter kalsifi-

kasyonunun, erkeklerde 30-40 yaş intervalinde, kadınlarda ise 40-50 yaş intervalinde görülmeye başladığı ve ilerleyen yaş ile artış gösterdiği belirlenmiştir. Gelecekteki kardiyak hadise olasılığı, arteriyosklerotik hastalık ispatı ile yakın ilişkili olduğundan, koroner arter kalsifikasyonu miktarı ve dağılımının saptanması, kardiyovasküler riski önceden belirlemede önemli bir bilgidir. EDT bu koroner arteriyosklerozun direkt olarak görüntülenmesini noninvazif ve doğru bir şekilde yapmaktadır. EDT ile saptanan koroner arter kalsifikasyon varlığı ve miktarı, koroner arterlerin aynı zamanda biyolojik yaşını da yansıtmakta ve obstrüktif koroner arter hastalığının risk değerlendirme algoritmine bu yaş faktörünü de bir parametre olarak eklemektedir.

RELATIONSHIP OF CORONARY ARTERY CALCIFICATION IDENTIFIED BY ELECTRON BEAM TOMOGRAPHY WITH AGE AND GENDER

PURPOSE: To investigate the relationship of coronary artery calcification identified by electron beam tomography with age and gender.

MATERIALS AND METHODS: Electron beam tomography was performed in 654 patients to detect coronary artery calcification. Examinations were done with electron beam tomography (Imatron C-150 XP), using prospective electrocardiography triggering to prevent cardiac motion artifacts. Total calcification scores were calculated based on the number, area and computed tomographic number of the calcifications. The influence of age and gender on the presence and amount of coronary artery calcification were evaluated.

RESULTS: There were significant differences ($p<0.001$) in mean total calcification scores between men and women. Men always had more coronary artery calcification than women at all age groups. The youngest patient with coronary artery calcification was below 40 years of age in men and above 40 years of age in women. The difference in the prevalence of coronary artery calcification between men and women was great at younger ages, and decreased after age 60. The difference in prevalence of coronary artery calcification for men and women was starting to be decreased after age 60.

CONCLUSION: We observed that coronary artery calcification, a marker of arteriosclerosis, is strongly associated with age and gender.

Key words: • coronary arteriosclerosis • electron beam tomography • age groups • gender

TURK J DIAGN INTERVENT RADIOL 2003; 9:466-470

Kaynaklar

1. Fox R. Trends in cardiovascular mortality in Europe. *Circulation* 1997; 96:3817-21.
2. Türk Kardiyoloji Derneği: Türkiye Kalp Raporu. 2000; 13-14.
3. Chambless L, Keil U, Dobson A, et al. Population versus clinical view of case fatality from acute coronary heart disease-results from the WHO Monica project 1985-1990. *Circulation* 1997; 96:3849-3859.
4. Blankenhorn DH. Coronary arterial calcification: A review. *Am J Med Sci* 1961; 242:1-9.
5. Frink RJ, Achor RW, Brown AL Jr, Kincaid OW, Brandenburg RO. Significance of calcification of the coronary arteries. *Am J Cardiol* 1970; 26:241-247.
6. McCarthy JH, Palmer FJ. Incidence and significance of coronary artery calcification. *Br Heart J* 1974; 36:499-506.
7. Rifkin RD, Parisi AF, Folland E. Coronary calcification in the diagnosis of coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1979; 44:141-147.
8. Wexler L, Brundage B, Crouse J, et al. Coronary artery calcification: pathophysiology, epidemiology, imaging methods and clinical implications. A statement for health professionals from the American Heart Association Writing Group. *Circulation* 1996; 94:1175-1192.
9. Stanford W, Thompson BH. Imaging of coronary artery calcification: Its importance in assessing atherosclerotic disease. *Radiol Clin North Am* 1999; 37:257-272.
10. Nieman K, van der Lugt A, Pattymana PM, de Feyter PJ. Noninvasive visualization of atherosclerotic plaque with electron beam and multislice spiral computed tomography. *J Interv Cardiol* 2003; 16:123-128.
11. Jakobs TF, Wintersperger BJ, Herzog P, et al. Ultra-low-dose coronary artery calcium screening using multislice CT with retrospective ECG gating. *Eur Radiol* 2003; 5:403-405.
12. Agatston AS, Janowitz WR, Hildner FJ, Kaplan GS. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 1990; 15:827-832.
13. Schmermund A, Baumgart D, Gorge G, Gronemeyer D, Seibel R, Bailey KR. Coronary artery calcium in the detection of acute coronary syndromes: a comparative study of electron-beam computed tomography, coronary angiography and intracoronary ultrasound in survivors of acute myocardial infarction and unstable angina. *Circulation* 1997; 96:1461-1469.
14. Rumberger JA, Simons DB, Fitzpatrick LA, Sheedy PF, Schwartz RS. Coronary artery calcium area by electron-beam computed tomography and coronary atherosclerotic plaque area: a histopathologic correlative study. *Circulation* 1995; 92:2157-2162.
15. Sangiorgi G, Rumberger JA, Severson A, et al. Arterial calcification and not lumen stenosis is highly correlated with atherosclerotic plaque burden in humans; a histologic study of 723 coronary artery segments using non-decalcifying methodology. *J Am Coll Cardiol* 1998; 31:126-133.
16. Mautner SL, Mautner GC, Froehlich J, et al. Coronary artery disease: prediction with in vitro electron-beam CT. *Radiology* 1994; 192:625-630.
17. Hasdai D, Bell MR, Grill DE, et al. Outcome ≥ 10 years after successful percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 1997; 79:1005-1011.
18. O'Malley PG, Taylor AJ, Jaccson JL, Doherty TM, Detrano RC. Prognostic value of coronary electron-beam computed tomography for coronary heart disease events in asymptomatic populations. *Am J Cardiol* 2000; 85:945-948.
19. Budoff MJ, Shokoh S, Shavelle RM, Kim HT, French WJ. Electron beam tomography and angiography: sex differences. *Am Heart J* 2002; 143:877-882.
20. Budoff MJ, Diamond GA, Raggi P, et al. Continuous probabilistic prediction of angiographically significant coronary artery disease using electron beam tomography. *Circulation* 2002; 105:1791-1796.
21. Stanford W, Thompson BH. Imaging of coronary artery calcification: Its importance in assessing atherosclerotic disease. *Radiol Clin North Am* 1999; 37:257-272.
22. McCollough CH, Morin RL. Technical Design and Performance of Ultrafast Computed Tomography. *Radiol Clin North Am* 1994; 32:521-536.
23. Mautner GC, Mautner SL, Froehlich J, et al. Coronary artery calcification: Assessment with electron beam CT and histomorphometric correlation. *Radiology* 1994; 41:1037-1047.
24. Detrano RC, Wong ND, French WJ, Tang W, Georgiou D, Young D. Prevalence of coronary calcifications in high-risk asymptomatic subjects. Presented at the 3rd International Conference on Preventive Cardiology, Oslo 1993.
25. Wong ND, Kouwabunpat D, Vo AN, Detrano RC, et al. Coronary calcium and atherosclerosis by ultrafast computed tomography in asymptomatic man and women: Relation to age and risk factors. *Am Heart J* 1994; 127:422-30.
26. Janowitz WR, Agatston AS, Kaplan G, Viamonte M Jr. Differences in prevalence and extent of coronary artery calcium detected by ultrafast computed tomography in asymptomatic men and women. *Am J Cardiol* 1993; 72:247-254.
27. Devries S, Wolfkiel C, Fusman B, et al. Influence of age and gender on the presence of coronary calcium detected by ultrafast computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 1995; 1:76-82.