

İnspiryumda kalbin elektriksel eksenindeki değişiklik derecesi ile miyokard perfüzyon sintigrafisindeki diyafragmatik atenüasyon artefaktı arasındaki ilişki

Hürşit SOYER (*), Bahadır CEYLAN (**), İlhami USLU (***)

ÖZET

Diyafragmatik atenüasyon artefaktı (DAA), miyokard perfüzyon-SPECT (MP-SPECT) görüntülemesinde, erkeklerde sol ventrikülün inferiyor duvarına ilişkili olarak en sık karşılaşılan atenüasyon artefaktıdır. DAA'nın giderilmesi için bazı standart yöntemler uygulanmaktadır. Ancak, bu yöntemlerin bazı kısıtlılıkları mevcuttur. Pron pozisyonunda görüntüleme en yaygın uygulamalardan biri olmakla birlikte, bazı hastalar bu pozisyonda yatma zorluğu çekmektedirler Bizim çalışmamızda kalbin toraks içindeki pozisyonunu ve özellikle solunum sırasında diyafragma ile ilişkisini yansıttığı düşünülen inspiyumda kalbin ortalama elektriksel eksen değişikliğinin DAA oluşumu üzerindeki etkisi incelendi. Çalışmaya toplam 67 erkek hasta alındı. Tüm hastaların bel/kalça oranları ve beden kitle indeksleri saptandı, normal solunum ve derin inspiyum sırasındaki EKG'leri çekildi ve ortalama elektriksel eksenleri hesaplandı. Rutin MP-SPECT görüntülemesi, pron pozisyon görüntülmesi ve gated SPECT çalışması yapıldı. Hastalar DAA olanlar ve olmayanlar olarak iki gruba ayrılarak değerlendirildi. DAA olanlarda eksen değişikliği 13.8 ± 16.2 derece ve DAA olmayanlarda eksen değişikliği 45.8 ± 31.2 derece saptandı ve iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p < 0.05$). ROC (Receiver Operating Curves) analizi ile elde edilen veriler, 17 derecelik bir eksen değişikliğinin DAA tamısı yönünden kritik değer olabileceğini düşündürdü. Sonuç olarak derin inspiyumda kalbin ortalama elektriksel eksen değişikliğinin 17 derece ve daha az olmasının DAA'ı belirlemede etkili olabileceği düşündürdü.

Anahtar kelimeler: Kalbin elektriksel aksı, diyafragmatik atenüasyon artefaktı, miyokard perfüzyon sintigrafisi

SUMMARY

The relation between the change of the electrical axis of heart during inspiration and diaphragmatic attenuation artifact in myocardial perfusion scintigraphy

Diaphragmatic attenuation artifact (DAA) is the most frequent artifact related to the inferior wall of left ventricle during the myocardial perfusion (MP)-SPECT imaging of male patients. Several standard methods are used to avoid DAA, however all have certain limitations. Imaging in prone position is among the most common methods, although some individuals experience difficulty in lying at this position. We examined the effectiveness of change in the mean electrical axis of heart, on the identification of DAA. It is a parameter believed to reflect the position of the heart within thorax and its relation with the diaphragm, particularly during respiration. A total of 67 patients were included in the study. Waist/hip ratio, body mass index were recorded for all patients. ECG's during normal respiration and deep inspiration were obtained and mean electrical axis was calculated. Routine MP-SPECT imaging, imaging at prone position and gated SPECT study were performed. Patients were evaluated after allocation to either DAA (+) or DAA (-) groups. Mean changes in axis were 13.8 ± 16.2 and 45.8 ± 31.2 degrees for DAA (+) and DAA (-) groups, respectively, with a statistically significant difference ($p > 0.05$). Results of ROC analysis found that 17 degrees or less axis change might be indicative of DAA diagnosis. In conclusion, a 17 degrees or less change in the mean electrical axis of the heart during deep inspiration might indicate the presence of DAA.

Key words: Electrical axis of heart, diaphragmatic attenuation artifact, myocardial perfusion scintigraphy

MP-SPECT görüntülemesi, iskemik kalp hastalığının (İKH) invaziv olmayan değerlendirmesinde sık başvuru ve güvenilir bir yöntemdir. Duyarlılık ve özgüllük oranları standart egzersiz testinden yüksektir⁽¹⁻⁴⁾. Ancak, MP-SPECT yönteminin duyarlılığını azaltan, gerek hastadan kaynaklanan gerekse teknik nedenlere bağlı

görüntü artefaktları söz konusudur. Erkeklerde, sol ventrikül inferiyor duvarıyla ilişkili olarak en sık görülen artefakt, diyafragmatik atenüasyon artefaktıdır. DAA inferiyor duvarda sabit defekt görünümü yaratarak skar dokusu ile karışabilir. DAA'nın MP-SPECT görüntülemelerinin % 25'inde görüldüğü bildirilmektedir^(3,7).

Hayrüssisa Hastanesi, Kardiyoloji Kliniği, Uz. Dr.*; İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Klinik Mikrobiyoloji ve İnfeksiyon Hastalıkları Kliniği, Uz. Dr.**; İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Prof. Dr.***

DAA, büyük oranda sol hemidiyaframın yükselmesi ve daha az oranda da sağ ventrikül etkisiyle oluşmaktadır (8,9). Normalde, erkeklerde, sol ventrikülün anterior duvar/inferiyor duvar sayım oranları TI-201 (talyum-201) ile 1.2/1'dir. Kadınlarda ise bu oran 1/1'dir. Kadınlarda anterior duvardaki meme atenüasyonu, inferiyor duvar atenüasyonuna dengeleme yapmaktadır. Bu nedenle, kadınlarda DAA çok nadir oluşmaktadır (8-11). Sol hemidiyaframın yükselmesi atenüasyonu artırmaktadır. Özellikle obez kişilerde diyafram daha yüksek olduğu için atenüasyon daha sık ve belirgin olabilmektedir (3,9,12). Pulmoner atelektazi ve parankim kaybı da diyafram yükselmesine neden olarak DAA'ya yol açabilmektedir.

İnsanlarda solunumun torakal ve abdominal komponentleri mevcuttur ve genellikle solunum, torako-abdominal olarak tanımlanır. Abdominal solunumda diyafram karın boşluğuna doğru çöker, toraks hacmi superiyor-inferiyor yönde artar. Erkeklerde abdominal, kadınlarda torakal solunum ağırlıklıdır. Abdominal solunumda diyafram derin inspiyumda 7 cm kadar aşağı hareket edebilmektedir.

Kalbin elektriksel etkinliği, atriyum depolarizasyonu, ventrikül depolarizasyonu ve ventrikül repolarizasyonu aşamalarından oluşur. Elektriksel etkinliğin tüm aşamaları vektörel büyüklükler olarak gösterilebilir. EKG'de QRS bileşiminin elektriksel vektörü, kalbin ortalama elektriksel eksenini olarak adlandırılır ve kalbin toraks içindeki pozisyonu ile uyumlu olan anatomik uzun eksenine paraleldir. Solunum hareketleri ile kalbin anatomik eksenindeki değişiklikle uyumlu olarak elektriksel ekseninde de değişiklik oluşur. Derin inspiyum sırasında diyafram aşağı doğru çöker, toraksın superiyor-inferiyor çapı artar, kalp saat yönünde hareket ederek daha vertikal bir konuma gelir. Bu değişiklik EKG'de elektriksel eksende sağa doğru yönelme olarak saptanabilir. Kalbin bu hareketi büyük oranda diyafram ile ilişkisine bağlıdır. Diyafram ne kadar yüksek ise ve abdominal solunum ne kadar zayıf ise kalbin vertikal konuma gelmesi o kadar az olur. Bu durum eksen değişikliğinin daha az olmasına neden olur (13-17).

DAA tanısında kullanılan değişik yöntemler mevcuttur. Bu yöntemler, sağ lateral projeksiyon, gated imajlarının vizüel değerlendirmesi, pron pozisyon imajlar, projeksiyon imajlarının ve "raw data"ların cine formatında izlenmesi ile son yıllarda kullanım alanına girmeye başla-

yan atenüasyon düzeltme programları olarak sıralanabilir. Bu yöntemler içinde en sık baş vurulanları pron pozisyon imajı ve gated SPECT imajlarıdır. Ancak, pron pozisyonda yatmanın çoğu hasta için zor olması ya da laboratuvarın iş yükünü artırması söz konusudur. Talyum-201 ile yapılan görüntülemelerde pron imajlarının alındığı sürede redistribüsyonun başlamış olması da ek bir sorun teşkil etmektedir. Yine, talyum-201 ile yapılan görüntülemelerde gated çalışması düşük sayım istatistiği nedeniyle optimal bir değerlendirme imkanı oluşturamamaktadır. Cine formatında raw data'nın incelenmesi DAA için yararlı bir yöntem olmakla birlikte, bu yöntemde hekimin deneyimi ve atenüasyonun belirgin olması gibi kısıtlıklar mevcuttur (18-22).

Çalışmamızda, solunuma bağlı olarak oluşan kalbin elektriksel eksenindeki değişikliğin derecesi ile DAA oluşması arasındaki ilişki incelendi.

MATERYAL ve METOD

Çalışmaya, MP-SPECT görüntülemesi yapılan toplam 67 erkek hasta alındı. Derin inspiyum yapamayan ya da yeterli uyumu gösteremeyen hastalar, sağ dal, sol dal ve fasikül blokları olan, KOAH ve amfizemli hastalar, aritmi ve inferiyor derivasyonlarda patolojik Q dalgası olan hastalar çalışmaya dahil edilmedi.

Tüm hastaların bel/kalça oranları ve vücut kitle indeksleri saptandı. Stres testi öncesinde normal solunum sırasındaki ve derin inspiyum sırasındaki EKG'leri çekildi. Kalbin ortalama elektriksel eksenleri DI ve DIII derivasyonları kullanılarak standart yöntemle hesaplandı. Hastalara rutin şekilde treadmill egzersiz stresi (modifiye Bruce protokolü) ya da dipridamol (0.56 mg/kg) ile farmakolojik stres uygulamaları yapıldı. Radyofarmasötik olarak Tc-99m-sestamibi (stres-rest protokolü ile toplam 30 mCi) kullanıldı. Gtörünleme "Philips-Adac Vertex Plus" çift dedektörlü gama kamera ile yapıldı. Düşük enerjili yüksek rezolüsyonlu kolimatör kullanıldı. İmajlar 64x64x16 matrikste, sağ anterior oblikten sol posteriyor oblik yönde 40 saniyelik 32 projeksiyonda stop and shoot modunda alındı. SPECT rekonstrüksiyonunda Butterworth filtresi kullanıldı. Tüm hastaların stres fazında prone pozisyon imajları alındı ve rest gated SPECT çalışması yapıldı. İmaj proses işlemi "Pegasys" sistemiyle hazırlandı. Görüntüler rutin stres-rest, prone ve gated imajları incelenerek değerlendirildi.

DAA olan ve olmayan hasta gruplarının karşılaştırması Student "t" testi ile yapıldı. Receiver Operating Curves (ROC) analizi kullanılarak eksen sapmasının tanılal gücü için cutt off değeri bulundu.

BULGULAR

DAA (+) ve DAA (-) olan hastaların yaş, vücut-kitle indeksi ve bel-kalça oranlarına ilişkin veriler Tablo 1'de

Tablo 1. Hastaların test öncesi yaş, vücut-kitle indeksi ve bel-kalça oranlarına ilişkin veriler.

	DAA (+) N=33	DAA(-) N=34	P
Yaş	59.1±10.9	62.2±10.6	>0.05
BMI*	27.3±2.7	26.4±2.9	>0.05
Bel/kala oranı	0.9±0.05	0.9±0.1	>0.05

*BMI: Body Mass Index

Tablo 2. DAA olan ve olmayan hastalarda inspiryumda kalp eksenlerinde meydana gelen değişikliğe ilişkin veriler.

	DAA (+) (n=33)	DAA(-) (n=34)	P
İnspiryumda kalp eksenindeki değişim miktarı	13.8±16.2	45.8±31.2	<0.05

Tablo 3. İnspiryumdaki kalbin elektriksel eksen değişikliğinin (EKSEN) > 17° ve ≤ 17° olmasının DAA oluşumunu belirlemedeki etkinliği.

Δ eksen		DAA (-)	DAA (+)	Toplam
> 17 °	N	28 % 82.4	9 % 27.3	37 % 100
≤ 17 °	N	6 % 17.6	24 % 72.7	30 % 100
Toplam	N	34 % 50.7 % 100	33 % 49.3 % 100	67 % 100 % 100

Duyarlılık % 72.7

Özgüllük % 82.4

Pozitif tahmin ettirici değer % 80

Negatif tahmin ettirici değer % 75

gösterilmiştir. Her iki gruptaki hastalarda yaş, vücut-kitle indeksi ve bel-kalça oranları açısından fark yoktu. DAA olan ve olmayan hasta gruplarının inspiryumdaki eksen değişiklikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0.05$) (Tablo 2). DAA oluşmasında inspiryumda kalp ekseninde oluşan değişiklikle ilgili eşik değer ROC analizi ile 17 derece olarak bulundu. Bu veriler ışığında dört gözlü tablo yardımıyla inspiryumdaki kalbin elektriksel eksen değişikliğinin DAA oluşumu ile ilişkisi değerlendirildi (Tablo 3).

TARTIŞMA ve SONUÇ

DAA, MP-SPECT görüntülemesinde, erkeklerde inferiyor duvarla ilişkili en sık rastlanan görüntü artefaktıdır. Her dört MP-SPECT çalışmasının birinde DAA görüldüğü bildirilmiştir (3,7). DAA, sağ koroner arter hastalığının sintigrafik tanısının duyarlılığını azaltan en önde

gelen nedendir. DAA'nın tespitinde en yaygın ve kabul görmüş uygulama, stres imajları tamamlandıktan sonra pron pozisyon imajlarının alınmasıdır. Bu uygulama çoğu hastada DAA'nı saptamada yararlı olmaktadır (9). Ancak bazı hastalarda bu pozisyonda yatmak zor olmaktadır.

Bizim çalışmamızda, inspiryum sırasındaki kalp eksen değişikliğinin DAA'nı saptamada yararlı olup olamayacağı araştırıldı. İnspiryum sırasında diyaframın aşağı doğru çökmesi neticesinde kalp toraks içinde horizontal pozisyondan daha vertikal bir pozisyona gelmekte ve diyafram ile ilişkisi değişmektedir. Ancak, solunum-diyafram hareketi-kalp pozisyonu arasındaki bu ilişki kişiden kişiye fark göstermektedir. Çalışmamızın sonuçlarına göre, derin inspiryumda eksen değişikliği belirgin olan hastalarda, eksen değişikliği olmayan ya da daha az olan hastalara göre, DAA daha az görüldü. Bu bulgular bize derin inspiryumda kalbin elektriksel eksenini ne kadar fazla değişiklik gösterirse, kişinin diyafram solunumunun o derece baskın olduğunu ve buna bağlı olarak diyafram elevasyonunun daha az olduğunu ve sonuçta da bu hastalarda DAA'nın daha az sıklıkta oluştuğunu düşündürdü.

Çalışmamızda incelediğimiz yöntemin bazı kısıtlılıklarının da mevcut olduğu dikkatimizi çekti. Öncelikle EKG'de inferiyor derivasyonlarda patolojik Q dalgalarının olması (geçirilmiş inferiyor infarktüs), aritmiler ve dal blokları eksen hesaplamasını zorlaştırmaktadır. Bu yöntem sırasında hastanın derin soluk alması ve soluğunu EKG kaydı sırasında bir süreliğine tutması gerekiyordu ve bazı hastalar bunu yapamıyordu. Yine, KOAH ve amfizemli hastalarda akciğerlerdeki aşırı havalanma ve buna bağlı diyafram çökmesi, sağ ventrikül yüklenmesi ya da hipertrofisi gibi etkenler nedeniyle kalp eksenini hesaplamasında hata oluşuyordu. Çalışmamızdaki hasta sayısının kısmen az olması da diğer bir kısıtlılık olarak dikkatimizi çekti. Ancak tüm bu kısıtlılıklara rağmen, kalbin elektriksel ekseninin ve eksenindeki solunuma bağlı değişikliğin derecesinin, kalp-diyafram ilişkisini bir dereceye kadar ortaya koyabileceği ve DAA tanısında standart yöntemlere ek katkılar sağlayabileceği ya da standart yöntemlerin uygulanmadığı hastalarda DAA tanısı için bir fikir verebileceği düşünülmektedir

KAYNAKLAR

1. Fowler MS, Heller GV: Indication for Nuclear Cardiology Proce-

dures: Suspected Coronary Artery Disease. Fowler MS, Heller GV (eds). Nuclear Cardiology: Practical Applications. New York, The McGraw-Hill Companies Publ. 2004, p.1-20.

2. **Ucak D:** Kardiyoloji, Modern Semiyoloji. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri Ltd. Sti. 2003, s.214.

3. **Wacker FJ:** Myocardial perfusion imaging. Sandler MP (eds). Diagnostic Nuclear Medicine. Philadelphia, Lippincott Williams&Wilkins Publ. 2003, p.273.

4. **Behrenbeck T, Timoty FC, Mullan BP:** Nuclear Cardiology. Murphy JG (eds). Mayo Clinic Cardiology Review. Philadelphia, Lippincott Williams&Wilkins Publ. 2000, p.806.

5. **Halama JR:** Imaging in Nuclear Medicine. Wagner RH, et al (eds). Nuclear Medicine: Questions and Answers. St. Louis, Mosby Publ. 1999, p.174.

6. **Verani MS, Iskandrian AE:** Nuclear Imaging Techniques. Topol EJ (eds). Textbook of Cardiovascular Medicine. Philadelphia, Lippincott Williams&Wilkins Publ. 1998, p.1375.

7. **Case JA, Cullom SJ, Bateman TM:** Introduction to the Physics of Myocardial Perfusion SPECT Imaging. Fowler MS, Heller GV (eds). Nuclear Cardiology: Practical Applications. New York, The McGraw-Hill Companies Publ. 2004, p.296.

8. **Depuey EG:** Artifacts in SPECT Myocardial Perfusion Imaging. Depuey GE, et al (eds). Cardiac SPECT Imaging. Philadelphia, Lippincott Williams&Wilkins Publ. 2001, p.232.

9. **Machac J, George T:** Effect of SPECT prone imaging on TI-201 myocardial perfusion studies. J Nuc Med 31:812, 1990.

10. **Maddahi J, Kiat H, Van Train K, et al:** Myocardial perfusion imaging with technetium-99m sestamibi SPECT in the evaluation of coronary artery disease. Am J Cardiol 66:55E-62F, 1990.

11. **DePasquale EE, Nody AC, DePuey EG, et al:** Quantitative rotational thallium-201 tomography for identifying and localizing coro-

nary artery disease Circulation 77:316-327, 1988.

12. **Beller GA:** Clinical nuclear medicine. Philadelphia, W.B. Saunders Company Publ. 1995, p.98.

13. **Guyton AC, Hall JE:** Medical Physiology. Philadelphia, W.B. Saunders Company Publ. 2000, p.432.

14. **Ucak D:** Elektrokardiyografi. İstanbul. Alfa Basım Yayım Dağıtım 1997, s.65.

15. **Sgarbosa EB, Wagner G:** Electrocardiography. Topol EJ (ed). Textbook of Cardiovascular Medicine. Philadelphia, Lippincott Williams&Wilkins Publ. 1998, p.1553.

16. **Hammill SC, O'Keefe JH:** Electrocardiographic Diagnoses: Criteria and Definitions of Abnormalities. Murphy JG (eds). Mayo Clinic Cardiology Review. Philadelphia, Lippincott Williams&Wilkins Publ. 2000, p.549.

17. **Surawich B, Knilans TK:** Chou's Electrocardiography in Clinical Practice: Normal Electrocardiogram, Origin and description. Philadelphia, W.B. Saunders Company Publ. 2000, p.13.

18. **Hendel RC:** Interpretation of Myocardial perfusion Imaging. Fowler MS, Heller GV (eds). Nuclear Cardiology: Practical Applications. New York, The McGraw-Hill Companies Publ. 2004, p.160.

19. **De Puey EG, Rozanski A:** Using gated technetium-99m sestamibi SPECT to characterize fixed myocardial defects as infarct or artifact. J Nucl Med 36:952-955, 1995.

20. **Smanio PE, Watson DD, et al:** Value of gating of technetium-99m sestamibi SPECT imaging. J Am Coll Cardiol 29:69-77, 1997.

21. **Gulberg GT, Tung CH, et al:** Simultaneous transmission and emission computed tomography using a three-detector SPECT system J Nucl Med 33:901, 1992.

22. **Tsui BM, Frey EC, et al:** A fast sequential SPECT/TCT data acquisition method for accurate attenuation compensation in cardiac SPECT. J Nucl Med 36:169, 1995.