

Akciğer Embolisi Tanısında Spiral BT Anjiyografisi

Figen Başaran Demirkazık

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Ana Bilim Dalı

ÖZET

Spiral BT anjiyografi damarların değerlendirilmesinde kullanılan bir görüntüleme yöntemidir. Bu yazıda, akciğer embolisi tanısında son yıllarda kullanılmaya başlanan bu yöntemin tekniği, emboli bulguları ve emboli tanısındaki yeri tartışılmıştır.

Anahtar sözcükler: Akciğer, emboli, spiral BT

Toraks Dergisi, 2001;2(1):69-73

ABSTRACT

Spiral CT Angiography in Pulmonary Embolism

Spiral CT angiography is an imaging modality used in evaluating vessels. In this paper, the technique, the findings and the role of spiral CT angiography in diagnosis of pulmonary embolism are discussed.

Key words: Pulmonary, embolism, spiral CT

Akciğer embolisi (AE) hasta mortalite ve morbiditesinin önemli bir nedenidir. Belirti ve bulguların spesifik olmaması nedeniyle antemortem klinik tanısı güçtür. Tedavisiz bırakıldığı takdirde mortalite oranı %30 kadar yüksek olabilir, ancak tedaviyle bu oran %3-10'a düşmektedir [1].

Pulmoner anjiyografi, AE tanısında altın standart olarak kabul edilmektedir, duyarlılığı ve seçiciliği %95'in üzerindedir. Ancak, düşük mortalite (<%1) ve morbiditesine (%2-5) rağmen invazif bir yöntem olması nedeniyle, yalnız ülkemizde değil, yurtdışında da rutin olarak tercih edilen bir yöntem değildir [2]. Ayrıca, anjiyografi her merkezde ve hemen yapılabilen bir tetkik değildir.

Ventilasyon perfüzyon sintigrafisi (V-Q sintigrafisi), AE şüphesi olduğunda yaklaşık 30 yıldır akciğer grafisinden sonra ilk tercih edilen yöntem olup AE tanısında son derece yardımcı olmuştur. Ancak, V-Q sintigrafisi pıhtıyı direkt

olarak göstermeyip ikincil etkilerini ortaya koymaktadır ve değerlendirme olasılıklara dayanmaktadır. Bu nedenle AE'sini doğrudan gösterecek ve pulmoner anjiyografi kadar invazif olmayan bir görüntüleme yöntemine ihtiyaç duyulmaktaydı.

1980'li yıllarda bazı durumlarda BT, anjiyografiye bir alternatif olarak önerilmiş, ancak yaygın olarak kabul görmemiştir. 1990'lı yıllarda BT tekniğinin gelişmesiyle birlikte görüntü kalitesi düzelmiş, tarama süreleri kısalmış ve otomatik pompayla kontrast maddeyi hızlı verme ve uygun zamanlama yapma olanağı doğmuştur. Bu tekniklerle pulmoner arterler içindeki emboliyi, nispeten daha az invazif bir şekilde doğrudan göstermek mümkün olmuştur. Çeşitli çalışmalarda, akut AE tanısında spiral BT ve 50-100 msn'de kesit alabilen, ancak daha pahalı olması nedeniyle tercih edilmeyen "electron-beam" BT'nin yüksek duyarlılık ve seçiciliğe sahip olduğu bildirilmiştir [3-8].

Yazışma adresi:

Doç. Dr. Figen Başaran Demirkazık
Hacettepe Üniversitesi Radyoloji Ana Bilim Dalı
06100 Sıhhiye, Ankara
Tel: (0312) 309 29 07
Faks: (0312) 311 21 45

SPIRAL BT TEKNİĞİ

Klinik olarak AE embolisi şüphesi olduğunda, nefesini tutabilen ve kontrast madde verilmesine engel allerji veya böb-

rek yetmezliği gibi bir durumu olmayan her hastaya spiral BT anjiyografi yapılabilir. BT anjiyografinin tanısal kalitede olabilmesi için ana pulmoner arterden subsegmenter dallara kadar arterlerin maksimum konsantrasyonda kontrast maddeyle dolu olması gerekmektedir. Bunun için verilen kontrast madde miktarı, hızı ve kontrast madde vermeye başladıktan incelemenin başlamasına kadar geçen süre (gecikme zamanı) önemlidir. Maksimum damarsal opaklaşma kontrast maddenin verildiği yere, hastanın yaşına, kardiyak durumuna ve pulmoner hastalığına bağlı olarak değişebilir. Bu nedenle, inceleme öncesinde antekübital fossaya yerleştirilen iğneden test enjeksiyonu yaparak en uygun gecikme zamanını belirleyen merkezler mevcuttur. Bu yöntemle gecikme zamanı 11-25 sn arasında değişmektedir [3]. Test enjeksiyonu yerine ortalama bir gecikme zamanı kullanımı (15-20 sn), klinik uygulamalarda daha kolay ve pratik olabilmektedir [4,5].

Remy-Jardin ve ark. sulandırılmış kontrast madde kullanarak, arkus aorta seviyesinden başlayıp inferior pulmoner venlerin 2 cm altına kadar çekim yapmayı tercih etmektedirler [6,7]. Goodman ve ark. ise kontrast maddeyi sulandırmadan kullanıp, çekime diyafragma üzerinden başlanılmasını önermektedirler [3,8]. <yot konsantrasyonu yüksek olduğunda ve inceleme yukardan aşağıya doğru yapıldığında superior vena kava ve özellikle sağ pulmoner arter üzerinde artefaktlar oluşabilmekte ve değerlendirmeyi güçleştirmektedir. <ncelemenin akciğer bazalinden arkus aorta üzerine kadar yapılması hem bu artefaktları engellemekte, hem de normal solunumda hareketin en fazla olduğu bazal kesimlerdeki artefaktları azaltmaktadır [3]. Böylece subsegmenter dalların değerlendirilmesi daha kolaylaşmaktadır.

Tablo 1'de belirtildiği gibi, yapılan ilk çalışmaların büyük kısmında kesit kalınlığı 5 mm olup masa hareketi 5 mm/sn'dir. Ancak daha sonraları, rutin uygulamada 3 mm kesit kalınlığı ve 5 mm/sn masa hareketi kullanılmıştır. Biz de hastanemizde, bu teknikte hemidiyafragma kubbelerinden başlayıp arkus aorta üzerine kadar ortalama 18-20 sn. gecikme süresi uygulayarak, ortalama 150 ml, 300 mgI/ml

konsantrasyonunda noniyonik kontrast maddeyi 4 ml/sn hızla vererek çekim yapmakta ve 2 mm aralıklarla (re-konstrüksiyon indeksi) üst üste binen görüntüler almaktayız.

Remy-Jardin ve arkadaşları, 2 mm kesit kalınlığı ve 2 mm/sn masa hareketi ile inceleme yapıldığında, 3 mm kesit kalınlığı ve 5 mm/sn masa hareketi tekniğine oranla daha fazla subsegmenter arteri değerlendirmenin mümkün olduğunu belirtmişlerdir [9]. Hızla gelişen BT tekniği ile birlikte daha kısa sürede daha ince kesitler almak mümkün olacaktır. Bu da, özellikle subsegmenter dalların değerlendirilmesinde BT anjiyografinin doğruluğunu artıracaktır [10].

Son yıllarda, BT anjiyografi sırasında, toraks kesitlerinin sonrasında alt ekstremitte kesitlerinin alınarak derin ven trombozuna yönelik inceleme yapılabileceğini belirten yayınlar bulunmaktadır. Böylece, aynı seansta, ek kontrast madde verilmeden derin ven trombozu tanısı koymak mümkün olmaktadır. Alt ekstremitte BT venografi için, i.v. enjeksiyonun bitiminden 2.5-3 dak sonra diyafram altından popliteal bölgeye kadar 3-5 cm aralıklarla 5 mm kalınlığında kesitler alınmaktadır. Alt ekstremitte US ile karşılaştırıldığında, BT kesitlerinin derin ven trombozunu belirleme duyarlılığı %94-100 olarak bildirilmektedir [11].

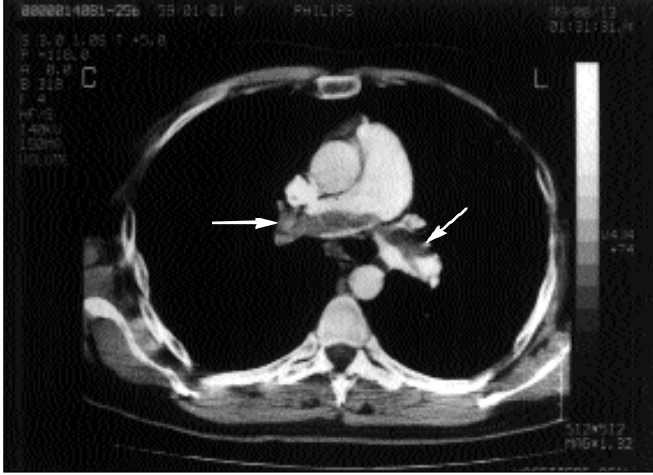
AE'DE BT ANJİYOGRAFİ BULGULARI

Akut AE olgularında BT kesitlerinde en güvenilir bulgu, arter içinde çevresinden kontrast madde geçişi olan santral dolum defektidir. Trombüs arter lümenini tamamen tıkadığında tam dolum defekti görülür. Damar duvarı ile dar açı yapan ve lümeneye projekte olan dolum defektleri de akut emboli lehinedir. Damar çapı normal veya normalden geniş olabilir [3,7,8] (Resim 1 a-b, 2).

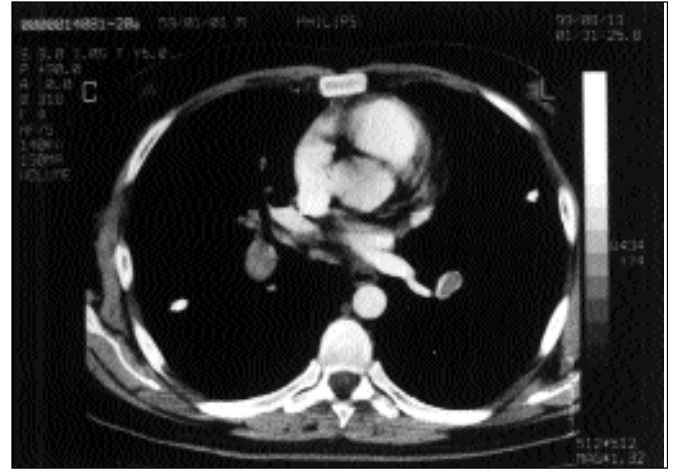
Damar duvarı ile devamlılık gösteren ve geniş açı yapan emboliler, trombüs içinde rekanalizasyon, arteriyel ağ ve damar çapında %50'den fazla küçülme kronik emboli bulgularıdır [3,8]. Küçük segmenter dallarda akut-kronik emboli ayrımını yapmak mümkün değildir [7].

Tablo 1. AE tanısında spiral BT'nin duyarlılığı ve seçiciliği

	Yıl	Kesit Kalınlığı (mm)	BT Duyarlılığı %	BT Seçiciliği %
Remy-Jardin [6]	1992	5	100	96
Goodman [8]	1995	5	63-86	89-92
Remy-Jardin [7]	1996	5.3	91	78
Drucker [18]	1998	5	53-60	81-97
Garg [16]	1998	3	67	100



Resim 1a. BT anjiyografi kesitinde sağ ve sol pulmoner arterlerde çevresinden kan akımına izin veren, "eyer" şeklinde dolmuş defektleri (oklar) mevcuttur.



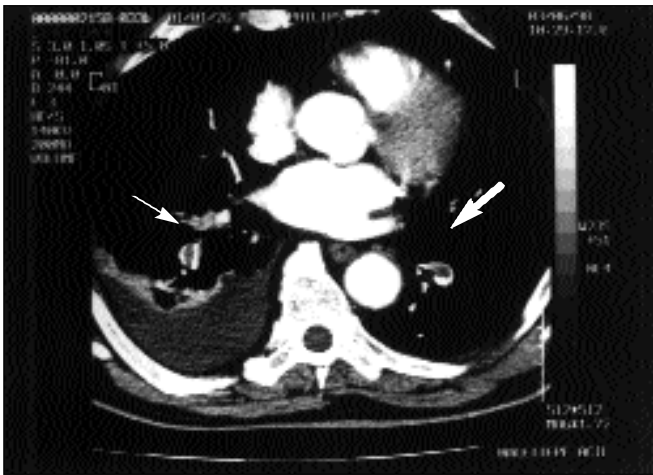
Resim 1b. Aynı olguda, sağ alt lob arterini tam olarak tıkayan ve genişleten emboli saptanmıştır. Sol alt lob arterinde ise, santral emboli çevresinden akım mevcuttur.

AE açısından değerlendirme yaparken öncelikle BT incelemesinin uygun teknikte yapılmış ve tanısal kalitede olmasına dikkat edilmelidir. Yetersiz bir inceleme, mümkünse tekrarlanmalıdır. Çekim kranjyokaudal yönde yapılıyorsa, gecikme zamanının kısa olması pulmoner arterlerin üst dallarının opak maddeyle yeterince dolmamasına neden olacaktır. Gecikme zamanının uzun olması ise, alt dalların opak maddeyle doluyken görüntülenmesini önleyecektir. Sistemik venlerde (superior vena kava sendromu gibi) tıkanma varsa veya sağdan sol şantlarda kontrast maddenin pulmoner sisteme ulaşması gecikecektir. Pulmoner arter dallarının yetersiz opaklaşması veya diğer teknik faktörler

nedeniyle BT incelemeleri %5-10 oranında tamamen veya bir bölgede tanısal olmayabilir [3].

Segmenter pulmoner arterlere hemen her zaman bronşların eşlik ettiği unutulmamalıdır. Üst loblarda arter, bronşun medialinde iken orta lob, lingula ve alt loblarda arterler bronşların lateralinde yer almaktadır [3].

AE bulguları olan olguların çoğunluğunda, dolmuş defektleri santral damarlarda, segmenter ve subsegmenter dallarda olmak üzere çok sayıdadır. <zole segmenter ve subsegmenter dolmuş defektine karar vermek güç olabilir. Solunum artefaktları, görüntüleme gürültüsü ve dallanma noktalarındaki kısmi hacim etkisi yalancı görüntüler oluşturabilir. Bu durumlarda, defekt birden fazla kesitte görülüyorsa artefakt olmadığı sonucuna varılabilir ve emboli kararı verilebilir. Sağ orta lob ve lingula segmentlerinde olduğu gibi kesit düzlemine paralel seyreden küçük dalların değerlendirilmesi, kısmi hacim etkisi nedeniyle güçtür. Eğer bir damar bir kesitte opasifiye olmamış, ancak bir sonraki kesitte normal görünüyorsa, yalancı görüntünün nedeni solunuma bağlı hareket artefaktı olabilir. Monitör üzerinden değerlendirme, değişik pencere ayarlarında inceleme ve gerektiğinde diğer düzlemlerde elde edilen iki boyutlu görüntüler, bu durumlarda yardımcı olabilir [3,6-9].



Resim 2. Sağ alt lobda, segmenter dal içinde çizgisel (ince ok), sol alt lobda ise segmenter arter içinde, duvar ile dar açı yapan ve lümeni kısmen tıkayan (kalın ok) dolmuş defektleri gösterilmiştir.

BT anjiyografilerin değerlendirilmesinde dikkat edilmesi gereken bir nokta da lenfatik doku ve bağ dokusudur. Lenfatik doku hiluslarda, akciğerlerde ve mediastende olduğu gibi kapsüllü olmayıp, pulmoner arter ve komşu bronş arasında amorf doku şeklinde bulunur. Bazı durumlarda, bu doku yalancı dolmuş defektli görünümüne neden olabilir [3,10-12]. En sık sağ hilusta, sağ pulmoner arter çatallanma



Resim 3. Sağ akciğer hilusundaki lenf nodu (oklar), emboli ile karıştırılmamalıdır.

noktasında bu yanıltıcı görünüm saptanmaktadır (Resim 3). Ardışık kesitlerin incelenmesiyle bunun damar lümeni dışında olduğu saptanabilir [3].

Segmenter bronştaki mukus tıkaçı bazı durumlarda arterde tam dolun defekti olarak yorumlanabilir. Anatominin bilinmesi, ardışık kesitlerin incelenmesi ve akciğer parenkim penceresi ile birlikte değerlendirme sonucu mukus tıkaçı-emboli ayrımı kolayca yapılabilir.

AE TANISINDA BT ANJİYOĞRAFİNİN YERİ

Yıllardır kullanılmakla birlikte V-Q sintigrafisi AE'yi araştıran indirekt bir yöntem olması nedeniyle bazı durumlarda yetersiz kalmaktadır. PIOPED çalışması V-Q sintigrafisinin normal veya düşük olasılıkla AE olarak değerlendirdiği ve klinik şüphenin düşük olduğu olgularda, AE prevalansının %4, yüksek olasılıkla AE olarak değerlendirilen ve klinik şüphenin yüksek olduğu olgularda AE prevalansının %96 olduğunu belirlemiştir [13]. Bu nedenle çoğunlukla, normal veya düşük olasılıklı incelemelerde AE klinik olarak dışlanabilirken, yüksek olasılıkla AE bildirilen olgularda antikoagulan tedavi verilebilir.

Ancak, olguların yaklaşık dörtte üçü bu kategorilere girmemektedir. Ayrıca, orta ve düşük olasılıklı sintigrafileri değerlendirmede yorumcular arası uyumsuzluğun %25-30 olduğu düşünüürse, tanısal güçlük artmaktadır [2]. Sostman [14] tarafından yapılan

çalışmada, V-Q sintigrafisinden sonra 600 olgunun %72'sinde AE şüphesi açıklığa kavuşmamıştır ve bunların ancak %12'sine pulmoner anjiyografi yapılmıştır.

AE'lerinin büyük kısmının alt ekstremitelerden kaynaklanması nedeniyle venlerin invazif olmayan görüntülemeleri V-Q sintigrafisine ek bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Ancak, anjiyografi ile kanıtlanan AE olgularının yarısından daha azında ultrasonografi (US) veya pletismografi ile proksimal derin ven trombozu gösterilmiştir. Bu nedenle, US'de derin ven trombozu bulgularının olmaması AE'sini dışlamaz [2]. Ayrıca, AE şüphesi olan olgularda yapılan bir çalışmada, derin ven trombüsü semptomu olmayan 89 olgunun hiçbirinde alt ekstremitelerde US ile trombüs gösterilememiştir. Risk faktörleri bulunan olguların %25'inde, semptomu olan olgularda ise %24 oranında US ile alt ekstremitelerde trombüs saptanmıştır [15].

Bu nedenle, alt ekstremitelerde US ancak semptomu olan veya risk faktörleri olanlarda AE algoritmasında yararlı olabilir.

Spiral BT ile AE tanısına yönelik ilk çalışma 1992 yılında Remy-Jardin ve arkadaşları tarafından yayınlanmış olup, spiral BT'nin AE tanısındaki duyarlılığı %100, seçiciliği %96 olarak bildirilmiştir [6]. Aynı yazarlar 1996 yılında yayınladıkları bir çalışmada, BT'nin duyarlılığını %91, seçiciliğini %78 olarak bildirmişlerdir [7]. Anjiyografi ile BT'yi karşılaştıran başka iki çalışmada ise duyarlılık %63 ve %67, seçicilik %89 ve %100 olarak bildirilmiştir [8,16] (Tablo 1).

Spiral BT'de önemli sınırlamalardan biri, subsegmenter dalların değerlendirilmesinde yetersiz kalmasıdır. <ole subsegmenter embolilerin sıklığı tartışmalı bir konu olup, çeşitli çalışmalarda %5-17 oranında bildirilmiştir [7,13,17]. Klasik anjiyografi subsegmenter dallardaki emboliyi daha doğru olarak göstermektedir. Ancak, subsegmenter dalların değerlendirilmesinde yorumcular arası fikir birliği düşük olup, %13 ile %66 arasında değişebilmektedir. [18-20]. Hayvan çalışmalarında pulmoner anjiyografi küçük periferik dallardaki pulmoner emboliyi %25 oranında göstermemiştir [21]. Klinik uygulamalarda pulmoner anjiyografi %1-9 oranında yanlış negatif olabilmektedir. Bu durum,

Tablo 2. AE tanısında spiral BT ve V-Q sintigrafisinin duyarlılık ve seçicilikleri

	Yıl	Spiral BT		V-Q Sintigrafisi	
		Duyarlılık	Seçicilik	Duyarlılık	Seçicilik
		%	%	%	%
Mayo [4]	1997	87	95	65	94
Van Rossum [22]	1998	75	90	49	74
Kim [23]	1999	92	96	72	94

subsegmenter embolilerin gösterilmesinin güç olduğunu, pulmoner anjiyografinin ancak segmenter dallara kadar gürvenilir olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle, subsegmenter emboliler için BT'nin duyarlılık ve seçiciliğini belirlemek, segmenter ve daha büyük emboliler için belirlemekten daha zordur [20].

Ayrıca izole subsegmenter embolilerin klinik önemi tartışmalıdır. Akciğerin normal fonksiyonlarından birinin, arteriyel dolaşıma girdiği takdirde vahim durumlara neden olabilecek küçük pıhtıları temizlemek olduğu düşünülürse, küçük periferik pulmoner embolilerin atlanması sanıldığı kadar önemli olmayabilir. Ancak, ağır kardiyopulmoner hastalığı olan kişilerde subsegmenter emboliler solunum yetmezliğine neden olabilir [11-21].

Spiral BT ve V-P sintigrafisi ile yapılan çalışmalarda BT'nin duyarlılığı %75-92 olarak bulunurken, ikinci incelemenin duyarlılığı %49-72 olarak bildirilmiştir [4,22,23] (Tablo 2). Spiral BT ile pulmoner arterlerin yanı sıra akciğer parenkimi, mediasten ve toraks duvarı da değerlendirilebilmektedir. Bu nedenle, tanısal olmayan incelemelerin oranı düşüktür: klinik belirti ve bulguların akciğer embolisi dışı nedenleri %11-33 oranında saptanabilmektedir [18,22]. Ayrıca, BT yorumcuları arası uyum ($k=0.85$), sintigrafisi yorumcuları arası uyumdan ($k=0.61$) daha iyidir [4]. Bu nedenlerle, birçok araştırmacı BT anjiyografinin AE şüphesi olanlarda ilk görüntüleme yöntemi olarak kullanılmasını önermektedir. Özellikle hastanede yatan hastalarda ve kronik obstrüktif akciğer hastalığı olanlar gibi sintigrafinin "orta olasılık" (intermediate) olduğu bilinen vakalarda ilk yöntem olarak BT tercih edilebilir [4]. Spiral BT, özellikle V-P sintigrafisinin orta olasılık olarak değerlendirdiği olgularda doğru tanı koyabilmektedir ve pulmoner anjiyografiye gerek kalmamaktadır [4,19]. Bizim yaptığımız bir çalışmada 37 olgunun 6'sında V-Q sintigrafisi orta olasılıklı olarak bildirilmiştir. Bunların 2'sinde spiral BT anjiyografide emboli tespit edilmiştir.

İlk yöntem olarak hangi incelemenin tercih edileceği hastane koşullarına da bağlı bir durumdur. Gece acile başvuran hastalarda, her zaman V-Q sintigrafisi yapmak mümkün olmayabileceği ve spiral BT yapılabileceği için, ilk yöntem olarak BT'nin tercih edilebileceği kanısındayız. İlk tetkik olarak V-Q sintigrafisi yapıldığında, düşük olasılıkla veya yüksek olasılıkla AE olarak değerlendirilen olgularda, sonuçlar klinik değerlendirme ile uyumluysa ek incelemelere gerek yoktur. Ancak, sonuçlar klinik değerlendirme ile uyumsuzsa veya "orta olasılıklı" ise, spiral BT anjiyografisi yararlı olacaktır. Klinik olarak derin ven trombozu bulguları olan olgularda alt ekstremitte dupleks US, AE algoritmasında kullanılabilir. Bu durumda pulmoner anjiyografi, sadece klinik şüphenin yüksek olduğu, spiral BT ve alt ekstremitte dupleks US'si normal olan hastalarda gerekli olacaktır [24].

KAYNAKLAR

1. Carson JL, Kelley MA, Duff A et al. The clinical course of pulmonary embolism. *N Eng J Med* 1992;326:1240-45.
2. Goodman LR, Lipchik RI. Diagnosis of acute pulmonary embolism: Time for a new approach. *Radiology* 1996;199:25-7.
3. Kuzo DS, Goodman LR. CT evaluation of pulmonary embolism: Technique and interpretation. *AJR* 1997;169:959-65
4. Mayo JR, Remy-Jardin M, Müller NL et al. Pulmonary Embolism: Prospective comparison of spiral CT with ventilation-perfusion scintigraphy. *Radiology* 1997;205:447-52.
5. Hartmann JJ, Lo RT, De Monye W et al. Acute pulmonary embolism: The optimal scan delay for contrast medium injection in spiral CT angiography (abst) 1999;213(P):472.
6. Remy-Jardin M, Remy J, Lionel W et al. Central pulmonary thromboembolism: Diagnosis with spiral volumetric CT with the single breath hold technique- comparison with pulmonary angiography. *Radiology* 1992; 185:381-7.
7. Remy-Jardin M, Remy J, Deschildre F et al. Diagnosis of pulmonary embolism with spiral CT: comparison with pulmonary arteriography and scintigraphy. *Radiology* 1996;199:699-706.
8. Goodman LR, Curtin JJ, Mewissen MW et al. Detection of pulmonary embolism in patients with unresolved clinical and scintigraphic diagnosis: helical CT versus angiography. *AJR* 1995;164:1369-74.
9. Remy-Jardin M, Remy J, Artaud D et al. Peripheral pulmonary arteries: Optimization of the spiral CT acquisition protocol. *Radiology* 1997;204:157-63.
10. Patel S, Kazerooni EA, Gross BH. Optimization of small pulmonary artery visualization for pulmonary embolism detection with multidetector CT. *Radiology* 1999;213(P):471.
11. Goodman LR, Liphick RJ, Kuzo RS et al. Subsequent pulmonary embolism: Risk after a negative helical CT pulmonary angiogram- prospective comparison with scintigraphy. *Radiology* 2000;215:535-42.
12. Beigelman C, Chartrand-Lefevre C, Howarth N, Grenier P. Pitfalls of pulmonary embolism with helical CT angiography. *AJR* 1998;171:579-85.
13. The PIOPED Investigators. Value of ventilation/Perfusion scan in acute pulmonary embolism. *JAMA* 1990;263:2753-9.
14. Sostman HD, Ravin CE, Sullivan DC et al. Use of pulmonary angiography for suspected pulmonary embolism: influence scintigraphic diagnosis. *AJR* 1982;139:673-7.
15. Sheiman RG, McArdle CR. Clinically suspected pulmonary embolism: use of bilateral lower extremity US as the initial examination—a prospective study. *Radiology* 1999;212:75-8.
16. Garg K, Welsh CH, Feyerabend AJ et al. Pulmonary embolism: Diagnosis with spiral CT and ventilation-perfusion scanning-correlation with pulmonary angiographic results or clinical outcome. *Radiology* 1998;208: 201-8.
17. Oser RF, Zuckerman DA, Guneriz FR et al. Anatomic distribution of pulmonary emboli at pulmonary angiography: implications for cross-sectional imaging. *Radiology* 1996;199:31-5.
18. Drucker EA, Rivitz SM, Shepard JO et al. Acute pulmonary embolism: Assessment of helical CT for diagnosis. *Radiology* 1998;209:235-41.
19. Ferretti GR, Bosson JL, Buffaz PD et al. Acute pulmonary embolism: Role of Helical CT in 164 patients with intermediate probability at ventilation-perfusion scintigraphy and normal results at duplex US of the legs. *Radiology* 1997;205:453-8
20. Diffin DC, Leyendecker JR, Johnson SP et al. Effect of anatomic distribution of pulmonary emboli on interobserver agreement in the interpretation of pulmonary angiography. *AJR* 1998;171:1085-9.
21. Gurney JW. No fooling around: Direct visualization of pulmonary embolism. *Radiology* 1993;188:618-9.
22. van Rossum AB, Pattynama PMT, Mallens WMC et al. Can helical CT replace scintigraphy in the diagnostic process in suspected pulmonary embolism? A retrospective-prospective cohort focusing on total diagnostic yield. *Eur Radiol* 1998;8:90-6.
23. Kim K, Müller NL, Mayo JR. Clinically suspected pulmonary embolism: Utility of spiral CT. *Radiology* 1999;210:693-7.
24. Remy-Jardin M, Remy J. Spiral CT angiography of the pulmonary circulation. *Radiology* 1999;212:615-36.