

# Spiraldatortomografi – lösningen på lungembolidiagnostikens problem?

**Spiraldatortomografi är en ny tillämpning av konventionell datortomografi. Under pågående intravenös kontrasttillförsel kan man snabbt avbilda lungartärarna och upptäcka förekomst av embolier. Tekniken är ny och ännu inte fullt utprövad men är redan tillgänglig på flertalet sjukhus i landet. Baserat på nuvarande erfarenhet kan den förväntas bli en förstahandsmetod i lungembolidiagnostiken.**

Det första fallet av diagnostiserad lungemboli publicerades 1837. Användning av lungröntgen beskrevs 1922, pulmonalisangiografi 1963 och året därefter perfusionsskintigrafi [1].

## Författare

ULF TYLÉN

professor i diagnostisk radiologi, Göteborgs universitet, avdelningen för diagnostisk radiologi, Sahlgrenska Universitetssjukhuset/Sahlgrenska, Göteborg

BJÖRN BAKE

docent, överläkare i klinisk fysiologi, hjärt-lungdivisionen, Sahlgrenska Universitetssjukhuset/Sahlgrenska, Göteborg

FRANK CHRISTIANSEN

medicine doktor, överläkare, röntgenkliniken, Regionsjukhuset i Örebro

LEIF LAPIDUS

docent, överläkare, medicinkliniken, sektionen för koagulation och tromboembolism, Sahlgrenska Universitetssjukhuset/Sahlgrenska, Göteborg

INGRID MATTIASSON

docent, överläkare, kliniken för kärl- och njursjukdomar, Universitetssjukhuset MAS, Malmö

ULF NYMAN

docent, överläkare, division I/radiologi, Sahlgrenska Universitetssjukhuset/Sahlgrenska, Göteborg

Det första fallet av lungemboli diagnostiserad med datortomografi (DT) beskrevs redan 1978 av Sinner och medarbetare [2]. Tekniken kom emellertid inte mycket till användning förrän 1992 då Remy-Jardin och medarbetare beskrev användning av DT med spiralteknik (spiral-DT) [3]. Detta öppnade nya möjligheter. Frågan är om det är lösningen på det diagnostiska problemet. Denna artikel är en sammanställning av ett symposium på riksstämman 1997 där värdet av den nya tekniken diskuteras.

## Det diagnostiska problemet är egentligen två problem

Lungemboli är en ofta förekommande diagnos som bereder klinikern stora bekymmer. Diagnostiken försenas inte sällan av att diagnosen inte övervägs när symtomen inte är helt typiska [4]. Sjukdomen kan feldiagnostiseras som t ex pneumoni eller oklar medvetandeförlust. När väl misstanken är väckt och patienten skickas för diagnostik möter nya svårigheter, dvs att tolka resultaten av de diagnostiska undersökningarna och med dessa som grund fatta beslut om behandling.

Den metod som hittills använts mest primärt är perfusionsskintigrafi kombinerad med ventilationsskintigrafi. Denna kombination har hög diagnostisk säkerhet (över 90 procent) vid normal bild och vid »hög sannolikhet» för lungemboli. Problemet för klinikern är det att många undersökningar inte ger något av dessa tydliga svar. I subgrupper av patienter med kronisk hjärt- eller lungsjukdom blir resultatet av långt mer än hälften av undersökningarna sådant att något säkert utlåtande inte kan ges [5].

Detta dilemma kan lösas bara genom ytterligare diagnostisk utredning. Enligt flera studier från både Europa och USA, inkluderande såväl stora som små sjukhus, blir emellertid mindre än 30 procent av fallen föremål för fortsatt utredning efter ett oklart skintigrafiskt svar [6, 7]. Således behandlas alltför många patienter på enbart klinisk sannolikhet. Skälet till detta kan vara att tillgängligheten till pulmonalisangiografi är begränsad. Rädsla för komplikationer och

kostnader i det korta perspektivet kan också bidra.

Konsekvensen av en missad diagnos är att patienten inte blir rätt behandlad. Mortaliteten vid obehandlad lungemboli har skattats till ca 30 procent, och recidivrisk är ungefär lika stor, vilket kan jämföras med 5–8 procent respektive ca 2 procent vid behandling med antikoagulantia. Behandling »för säkerhets skull» innebär å andra sidan risk för blödningskomplikationer. Frekvensen allvarliga sjukhuskrävande blödningskomplikationer varierar från ca 1 procent i randomiserade studier, där sannolikt alla högriskpatienter utesluts [8], till upp mot 10 procent i kliniska material, som sannolikt bättre speglar sjukvårdens vardag [9, 10]. Andra följder av en felaktig diagnos skall inte heller underskattas. En patient som fått diagnosen lungemboli kommer att betraktas ur ett annat riskperspektiv än andra patienter inför t ex kirurgiska ingrepp. De psykologiska effekterna av att ha fått en allvarlig diagnos med risk för återfall är också värda att beakta. Allting talar således för att diagnostiken vid misstanke om lungemboli måste förbättras.

## Lungröntgen

Alltsedan man började använda lungröntgen för diagnostik har man försökt påvisa lungemboli. Forskare har rapporterat fokal oligemi, abrupt avsmalnande kärl, lokalt vidgade kärl, atelektaser, pleuravätska m m som vanligt förekommande fynd vid lungemboli med eller utan infarkt. Vid den stora PIOPED-studien (prospective investigation of pulmonary embolism diagnosis) fann man att fynd på lungröntgen inte ger information som gör att man tillförlitligt kan ställa eller utesluta diagnosen lungemboli [11].

## Lungskintigrafi

Perfusions- och ventilationsskintigrafins diagnostiska precision redovisades i PIOPED-studien [12]. I denna multicenterstudie undersöktes 931 fall av misstänkt lungemboli. Vid skintigrafiskt »hög sannolikhet», dvs perfusionsdefekter motsvarande minst två segment utan motsvarande ventila-

**Tabell I.** Förekomst av lungemboli hos 1 000 patienter undersökta med lungskintigrafi och bedömda efter de reviderade PIOPED-kriterierna. Sammanfattning av resultaten från Freitas och medarbetare [15].

Skintigrafisk bedömningskategori	Andel patienter, procent	Frekvens lungemboli, procent
Hög sannolikhet	6	98
Intermediär sannolikhet	17	24
Låg sannolikhet	41	1
Normal	36	0

tionsdefekter, förekom lungemboli i ca 90 procent av fallen och vid »nästan normal» eller »normal» lungskintigrafi i endast ca 4 procent av fallen. Dessa siffror förbättrades om dessutom den kliniska sannolikheten vägdes in. Knappt en tredjedel av patienterna tillhörde emellertid endera av dessa båda bedömningskategorier, och endast ca 40 procent av angiografiskt verifierade lungembolier hade en skintigrafisk bild förenlig med »hög sannolikhet» [12, 13].

I en uppföljande retrospektiv analys av studiens data optimerades de lungskintigrafiska bedömningskriterierna till att överensstämma med de angiografiska resultaten, vilket ledde till att reviderade PIOPED-kriterier presenterades [14]. Den goda diagnostiska precisionen i bedömningsgrupperna »hög sannolikhet» och »normal» konfirmerades och förekom i drygt 40 procent av fallen. Dessutom hade bedömningskriterierna för »låg sannolikhet» förbättrats, så att lungemboli förekom i inte mer än 1 procent av fallen. Lungskintigrafi bedömd med de reviderade PIOPED-kriterierna kan således ge diagnostiskt användbar information i drygt 80 procent av fallen. Prevalensen av lungemboli i materialet var dock bara 10 procent. Resultaten sammanfattas i Tabell I.

### Pulmonalisangiografi

Pulmonalisangiografi är referensmetod vid diagnostik av lungemboli, alltså den metod med vilken all annan diagnostik jämförs. Lungangiografins diagnostiska säkerhet kan emellertid inte bestämmas, då detta skulle kräva omedelbar obduktion. Ett flertal undersökningar talar dock för att den är en säker metod för diagnostik av kliniskt relevant lungembolisering. Överensstämmelsen mellan olika bedömare är över 90 procent för embolier i segmentella och större lungartärer, men den är betydligt sämre (13–66 procent) för embolier i subsegmentella artärer [15–17]. Subsegmentella embolier missas således ibland, vilket dock tycks sakna betydelse i de allra flesta fall. Kliniska uppföljningstudier av icke behandlade patienter med sk normal lungangiografi visar nämligen mycket låg frekvens

av recidiv i lungembolism (<2 procent) och dödliga lungembolier (0–0,5 procent) [18, 19].

Allvarliga biverkningar i samband med pulmonalisangiografi är sällsynta. Med moderna låg- och isoosmolära kontrastmedel och atraumatiska sk pigtail-katetrar var den genomsnittliga frekvensen allvarliga komplikationer i tre studier omfattande 2 688 patienter endast 0,4 procent, och ingen var letal [20–22]. Bland de 206 patienter som hade systoliskt pulmonalstryck >50–70 mm Hg steg frekvensen allvarliga komplikationer till 3,4 procent, men fortfarande utan mortalitet. Försiktighet bör dock iaktas vid högerkamarinsufficiens, pulmonell hypertension med tecknen på högerkamarbelastning och vid risk för kontrastmedelsutlöst njurinsufficiens.

### SPIRALDATORTOMOGRAFI

Vid spiraldatortomografi snurrar röntgenrör och detektor kontinuerligt kring patienten samtidigt som undersökningsbordet matas in och kontrastmedel tillförs. Själva undersökningen

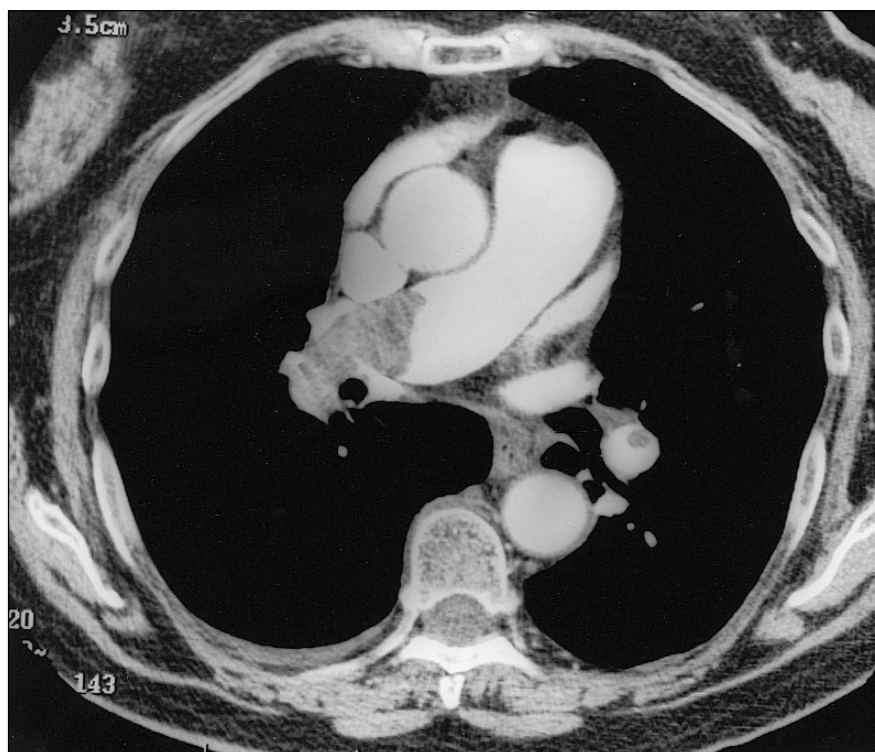
går mycket fort. På ca 30 s, dvs för många patienter under ett enda andetag, kan hela torax undersökas. Denna teknik har uppenbara fördelar vid diagnostik av lungemboli eftersom lungartärerna kan avbildas med hög koncentration av kontrastmedlet i lilla kretsloppet.

### Lungemboliernas utseende

Lungembolier ses som defekter i de kontrastfyllda lungartärerna eller som fullständig avsaknad av kontrast i ett artärsegment (Figur 1). Precis som vid pulmonalisangiografi påvisar man således en lungembolus direkt, inte genom dess hemodynamiska effekt som vid skintigrafi. Optimal diagnostik förutsätter hög kontrastkoncentration i lungartärerna och att patienten håller andan under bildtagningen. Bristfällig kontrasttätthet kan förekomma på grund av dålig samstämmighet mellan kontrasttillförsel och bildtagning. Risken för detta är störst hos patienter med låg hjärtminutvolym, pulmonell hypertension eller låg perifer resistens.

Symtombilden som initierar utredning av lungemboli är ofta ospecifik och kan orsakas av andra sjukdomstillstånd. Spiraldatortomografi erbjuder här en fördel genom att man också kan påvisa andra sjukdomar, t ex aortaaneurysm eller dissektion, lungtumör, kroniskt obstruktiv lungsjukdom, pneumo-

**Figur 1.** Spiraldatortomografi i ett fall av massiv lungemboli. Snitt i höjd med avgången för höger lungartär. En stor embolus fyller ut hela distala delen av högra lungartären. En mindre embolus ses också som en fyllnadsdefekt i den vänstra underlobartären.



**Tabell II.** Diagnostik av akut lungemboli med spiral-DT: en litteraturanalys. PA = pulmonalisangiografi; DSA = digital subtraktionsangiografi.

Författare	Typ av studie	Indikation	Facit	Kontrast, gram jod	N	Lungemboli-frekvens	Sensitivitet	Specifitet	Inkonklusiv undersökning
Remy-Jardin et al (1992) [3]	Prospektiv	Klinisk misstanke	PA	14–27	42	18/42	18/18	23/24	1/42
Blum et al (1994) [26]	Prospektiv	Klinisk misstanke om massiv LE	PA	21	10	7/10	7/7	3/3	0/10
von Steiner et al (1994) [27]	Prospektiv	Klinisk misstanke	intravenös DSA	24	38	30/38	30/30	8/8	2/38
Goodman et al (1995) [28]	Prospektiv	Inkonklusiv lungskintigrافي	PA	21	20	11/20	7/11	8/9	2/20
Senac et al (1995) [29]	Retro-spektiv	Klinisk misstanke	PA	20	33	21/33	18/21	12/12	0/33
Remy-Jardin et al (1996) [30]	Prospektiv	Klinisk misstanke	PA	28–34	75	43/75	39/43	25/32	10/75
van Rossum et al (1996) [31]	Prospektiv	Klinisk misstanke	PA och lungskintigrافي	30	149	68/149	60/68	77/81	0/149
Christiansen (1997) [32]	Prospektiv	Stark klinisk misstanke	PA och reevaluering	32	70	21/70	21/21	47/49	0/70
Mayo et al (1997) [33]	Prospektiv	Klinisk misstanke	Konsensus DT-skintigrافي-PA-ultraljud-klinisk uppföljning	22–42 (?)	139	46/139	40/46	88/93	4/139
<b>Totalt</b>					<b>576</b>	<b>265/576</b> (46 %)	<b>240/265</b> (91 %)	<b>291/311</b> (94 %)	<b>19/576</b> (3 %)

ni, revbensfraktur och skelettdestruktion.

### Spiraldatortomografins tillgänglighet

Alla universitets-, region- och läns-sjukhus utom ett hade 1996 utrustning för spiraldatortomografi, dessutom 15 av 48 länsdelssjukhus [Ulf Nyman, opublicerad enkät]. Resterande sjukhus utom fyra hade konventionell DT. Som jämförelse kan nämnas att utrustning för skintigrافي fanns vid alla universitets-, region- och läns-sjukhus utom tre men bara vid tre länsdelssjukhus. Att spiraldatortomografi saknas på en del läns-sjukhus är tills vidare en nackdel, men de konventionella datortomograferna kommer successivt att ersättas av spiraldatortomografer. Till dess torde man med adekvat kontrastinfusionsteknik med relativt stor säkerhet kunna diagnostisera massiv lungemboli även med konventionella datortomografer [23]. En stor fördel med DT är att tekniken används rutinmässigt på alla röntgenavdelningar och därför är tillgänglig också på nätter och helger. Lungskintigrافي däremot kan på många håll i landet inte utföras på jourtid.

### Kostnader

I samband med ovan nämnda enkät efterfrågades också priserna för de olika undersökningsmetoderna. Priserna varierade kraftigt, men medelpriset för

perfusions- och ventilationsskintigrافي, spiraldatortomografi och konventionell DT var i stort sett detsamma, ca 2 500 kr. Pulmonalisangiografi var i genomsnitt drygt dubbelt så dyr, ca 5 500 kr.

### Risker

Tillförsel av kontrastmedel utgör den största risken. Allergiska reaktioner är ovanliga med moderna lågosmolära kontrastmedel, men risken för njurskada finns alltså kvar och måste beaktas när det gäller patienter med nedsatt njurfunktion, t ex diabetiker. Den dos kontrastmedel som tillförs vid spiraldatortomografi är vanligtvis lägre än den som ges vid pulmonalisangiografi. Tillförsel av jodhaltiga kontrastmedel under pågående graviditet kan ge tyreoid-suppression hos det nyfödda barnet, men denna är övergående [24].

Den stråldos som tillförs är beroende av undersökningstekniken, men är i storleksordningen 2–3 mSv. Vid lungskintigrافي är den ca 2 mSv. När undersökningen utförs på adekvat indikation är stråldosen försumbar i förhållande till den diagnostiska vinsten. Eftersom man använder ett mycket starkt inblandat strålnippe gäller detta även den dos som ges till fostret om undersökningen måste göras under pågående graviditet [25].

### Tillförlitlighet

Vi har lyckats finna nio artiklar som behandlar diagnostik av lungemboli

med spiraldatortomografi sedan den första rapporten 1992 (Tabell II) [2, 26–33]. Alla studier utom en [29] var prospektivt upplagda. Facit utgjordes i majoriteten av fallen av selektiv pulmonalisangiografi. En analys av dessa artiklar visar en genomsnittlig prevalens av lungemboli på 46 procent, och spiraldatortomografi (icke diagnostiska undersökningar medräknade) hade 91 procent sensitivitet och 94 procent specificitet. I de flesta andra material, som behandlar diagnostik av lungemboli baserad på klinisk misstanke, är prevalensen 25–30 procent [12, 32, 34]. Med en prevalens, sensitivitet och specificitet på 30, 91 respektive 94 procent skulle det positiva prediktiva värdet (PPV) vid diagnostik av lungemboli med spiraldatortomografi vara 87 procent och det negativa prediktiva värdet (NPV) 96 procent. Samma PPV har lungskintigrافي vid fynd förenligt med hög sannolikhet för lungemboli och samma låga PPV har normala eller nästan normala lungskintigram [12]. Den stora fördelen med spiraldatortomografi verkar vara den mycket låga andelen icke diagnostiska undersökningar, enligt denna litteraturanalys endast 3 procent. Detta skall jämföras med frekvensen icke diagnostiska lungskintigram, som i olika studier varierar mellan 30 och 70 procent [12, 13, 32]. Lungskintigrافي, bedömd med reviderade PIOPED-kriterier, har jämförts med spiraldatortomografi i en

**ANNONS**

undersökning på 139 patienter [33]. Sensitivitet och specificitet vid DT var 87 respektive 95 procent och vid skintigrafi 65 respektive 94 procent. Det tycks också råda bättre samstämmighet mellan olika bedömare vid DT-användning än när skintigrafi används [31, 33]. Dessa skillnader kan delvis hänga samman med att de diagnostiska kriterierna vid DT är färre och enklare.

### Subsegmentella embolier kan vara svåra att påvisa

Remy-Jardin och medarbetare har med pulmonalisangiografi som facit analyserat den diagnostiska säkerheten vid spiraldatortomografi för lungembolier i segmentella och större artärer [30]. Sensitivitet och specificitet för embolier i segmentartärer var 96 respektive 99 procent och i större kärl 99 respektive 99 procent. Nackdelen med spiraldatortomografi är att det är svårt att påvisa subsegmentella embolier. Det är dock en nackdel som vidlåder också övriga metoder. Lungangiografi har som tidigare nämnts låg samstämmighet mellan olika bedömare för subsegmentella embolier [16-18]. Lungskintigrafi kan påvisa perfusionsdefekter vid små embolier, men det resulterar ofta i skintigrafifynd förenligt med låg eller intermediär sannolikhet för emboli och detta blir sällan vidare utrett med riktad lungangiografi [35]. Den kliniska relevansen av subsegmentella embolier är oklar. I prospektiva angiografimaterial har andelen patienter med endast subsegmentella embolier varierat mellan 5 och 15 procent [18, 32, 36]. Risken för dödlig utgång torde vara mycket låg (<1 procent) för patienter utan allvarlig hjärt-lungsjukdom och utan samtidig förekomst av trombos i nedre extremiteterna [37]. För patienter med kraftigt nedsatt hjärt-lungfunktion kan dock subsegmentella embolier vara letala [38].

### Hög kostnadseffektivitet

Strikt kostnadsmässigt är behandling utan säker diagnos förkastlig. Vid en analys av kostnadseffektiviteten vid utredning av lungemboli fann man att det dyraste alternativet var att behandla alla patienter där skintigrafi inte kunde utesluta lungemboli. Alla andra tänkbara kombinationer av diagnostiska åtgärder, inklusive användning av pulmonalisangiografi som första metod på alla, var minst 40 procent billigare [39].

En annan studie [34] har analyserat ett antal olika diagnostiska strategiers kostnadseffektivitet vid utredning av patienter med misstänkt lungemboli. Mortalitet och morbiditet i tromboembolism, diagnostiska ingrepp och antikoagulationsbehandling samt kostnader för diagnostik och terapi beräknades under en period av tre månader. Dessutom analyserades

**Tabell III.** Sammanlagd mortalitet, morbiditet i tromboembolism, diagnostiska åtgärder och antikoagulationsbehandling samt kostnad (US-dollar) för olika strategier vid diagnostik av lungemboli [34].

Diagnostisk strategi	Tre månaders		
	mortalitet, procent	morbiditet, procent	Kostnad per räddat liv
Skintigrafi/lungangiografi	1,00	5,66	32 898
Spiral-DT	0,70	5,01	19 564
Ultraljud/spiral-DT	0,57	5,03	20 562
Ingen bilddiagnostik eller terapi	6,01	6,01	0
Ingen bilddiagnostik, terapi åt alla	1,04	13,47	57 544

kostnaden per räddat liv jämfört med en icke-behandlingsstrategi utan kostnad för diagnostik. Sammanfattningsvis fann man att de diagnostiska strategier som innefattade spiraldatortomografi hade den bästa kostnadseffektiviteten under förutsättning att metoden hade >85 percents sensitivitet och >50 percents specificitet. Exempel på mortalitet, morbiditet och kostnader för varje räddat liv vid olika strategier redovisas i Tabell III. Resultaten visar också att överbehandling är förknippad med avsevärt högre kostnader och morbiditet än om behandlingen är styrd av adekvat utförd diagnostik.

### Uppföljning behövs vid negativ spiraldatortomografi

Även om spiraldatortomografi har använts för diagnostik av lungemboli sedan 1992 är dokumentationen av dess användning som primärmetod mycket sparsam. Trots detta förefaller det som om tekniken används i allt större utsträckning. Större prospektiva studier med pulmonalisangiografi som referensmetod är angelägna. Sådana pågår också på många håll, bl a en multicenterstudie i Europa under ledning av European Society of Thoracic Imaging.

Problemet är de fall då emboli inte kan påvisas. Om angiografi då inte utförs måste man konsekvent följa upp patienterna kliniskt. Ultraljudsundersökning av venerna i nedre extremiteterna kan också utföras för att utesluta en källa till embolierna. Ferretti och medarbetare [40] har redovisat en sådan studie. De utförde spiraldatortomografi på 164 patienter med inkonklusiv lungskintigrafi och negativ ultraljudsundersökning av venerna i nedre extremiteterna. Cirka 3/4 av patienterna hade också negativ DT-undersökning. Patienterna följdes i tre månader utan behandling. Endast en (0,8 procent) råkade ut för dödande lungemboli. Detta talar för att man med spiraldatortomografi och negativ ultraljudsundersökning tämligen säkert kan utesluta kliniskt relevanta lungembolier. Tills vidare bör man, vid samtliga sjukhus där man börjar använda spiraldatortomografi för

diagnostik av lungemboli, under minst tre månader följa upp patienter med negativ undersökning och som inte behandlas. Endast om dessa patienter inte visar tecken på recidiverande tromboemboli kan man lita på en negativ undersökning.

### Indikationer i dag

När misstanken väckts bör EKG och blodgasanalys utföras. Patienter med instabil hemodynamik bör omgående utredas med ekokardiografi (nära 100 percents sensitivitet för massiv lungemboli [41]) eller med spiraldatortomografi. Pulmonalisangiografi bör övervägas vid negativ spiraldatortomografi hos patient med hjärt-lungsjukdom då även mindre embolier kan ha ett letalt förlopp i denna patientgrupp.

Lungröntgen utförs på patienter med stabil hemodynamik. Sedan finns flera alternativa utredningsgångar.

- Patienter med stabil hemodynamik utan känd hjärt-lungsjukdom bör initialt utredas med perfusionsskintigrafi om denna undersökning finns tillgänglig. Andelen undersökningar med normalt utfall eller med »låg sannolikhet» kommer att vara stor, och sådana utfall utesluter lungemboli. Spiraldatortomografi kan användas som alternativ om skintigrafi inte är tillgänglig. Vid negativ undersökning kan utredningen kompletteras med bilateral ultraljudsundersökning av benen för att utesluta kvarvarande tromb i eller proximalt om vena poplitea.

- Patienter med stabil hemodynamik och känd hjärt-lungsjukdom bör primärt utredas med spiraldatortomografi. Om denna är negativ bör graden av klinisk misstanke avgöra om ultraljudsundersökning av benen eller pulmonalisangiografi skall utföras. Vid njurinsufficiens (S-kreatinin >150 µmol/l) kan kombinationen ultraljudsundersökning av benen och skintigrafi primärt användas. Vid oklart fynd på skintigrafi kan fortsatt utredning ske med riktad angiografi alternativt spiraldatortomografi med reducerad kontrastmedelsdos.

- Vid graviditet föreligger inga hin-

der att utföra spiraldatortomografi. Stråldosen till fostret är försumbar. Tillförsel av jodhaltiga kontrastmedel kan visserligen ge tyreoidasuppression hos det nyfödda barnet, men denna är övergående.

### SAMMANFATTNING

Preliminära data talar för att spiraldatortomografi kommer att bli en värdefull och kostnadseffektiv diagnosmetod vid akut lungemboli. Detta gäller både på mindre sjukhus, där utrustning för skintigrafi och kunskaper i att utföra lungangiografi saknas, och på större sjukhus, där skintigrafiutrustning finns men där icke diagnostiska undersökningar alltför sällan följs av lungangiografi. Spiraldatortomografi är också, till skillnad från skintigrafi vid många sjukhus, tillgänglig dygnet runt alla dagar i veckan.

### Referenser

3. Christiansen F. Diagnostic imaging of acute pulmonary embolism [dissertation]. Uppsala: Uppsala universitet, 1997.
4. Sinner WN. Computed tomographic patterns of pulmonary thromboembolism and infarction. *J Comput Assist Tomogr* 1978; 2: 395-9.
5. Remy-Jardin M, Remy J, Wattinne L, Giraud F. Central pulmonary thromboembolism: Diagnosis with spiral volumetric CT with the single-breath-hold technique – Comparison with pulmonary angiography. *Radiology* 1992; 185: 381-7.
12. PIOPED Investigators. Value of the ventilation/perfusion scan in acute pulmonary embolism. Results of the prospective investigation of pulmonary embolism diagnosis (PIOPED). The PIOPED Investigators. *JAMA* 1990; 263: 2753-9.
13. Goodman LR, Lipchik RJ, Kuzo RS. Acute pulmonary embolism: the role of computed tomographic imaging. *J Thorac Imaging* 1997; 12: 83-6.
14. Gottschalk A, Sostman HD, Coleman RE, Juni JE, Thrall J, McKusick KA et al. Ventilation-perfusion scintigraphy in the PIOPED study. Part II. Evaluation of the scintigraphic criteria and interpretations. *J Nucl Med* 1993; 34: 1119-26.
15. Quinn MF, Lundell CJ, Klotz TA, Finck EJ, Pentecost MP, McGehee WG. Reliability of selective pulmonary arteriography in the diagnosis of pulmonary embolism. *AJR Am J Roentgenol* 1987; 149: 469-71.
19. Henry JW, Relyea B, Stein PD. Continuing risk of thromboemboli among patients with normal pulmonary angiograms. *Chest* 1995; 107: 1375-8.
22. Nilsson T, Carlsson A, Måre K. Pulmonary angiography: a safe procedure with modern contrast media and technique. *Eur Radiol* 1998; 8: 86-9.
26. Blum AG, Delfau F, Grignon B, Beurrier D, Chabot F, Claudon M et al. Spiral-computed tomography versus pulmonary angiography in the diagnosis of acute massive pulmonary embolism. *Am J Cardiol* 1994; 74: 96-8.
28. Goodman LR, Curtin JJ, Mewissen MW, Foley WD, Lipchik RJ, Crain MR et al. Detection of pulmonary embolism in patients with unresolved clinical and scintigraphic diagnosis: Helical CT versus angiography. *AJR Am J Roentgenol* 1995; 164: 1369-74.
30. Remy-Jardin M, Remy J, Deschildre F, Ar-

taud D, Beregi JP, Hossein-Foucher C et al. Diagnosis of pulmonary embolism with spiral CT: Comparison with pulmonary angiography and scintigraphy. *Radiology* 1996; 200: 699-706.

31. van Rossum AB, Pattynama PMT, Tjin ER, Treurniet FEE, Arndt JW, van Eck B et al. Pulmonary embolism: Validation of spiral CT angiography in 149 patients. *Radiology* 1996; 201: 467-70.
32. Christiansen F. Diagnostic imaging of acute pulmonary embolism. *Acta Radiol* 1997; 38 suppl 410: 7-33.
33. Mayo JR, Remy-Jardin M, Müller NL, Remy J, Worsley DF, Hossein-Foucher C et al. Pulmonary embolism: prospective comparison of spiral CT with ventilation-perfusion scintigraphy. *Radiology* 1997; 205: 447-52.
34. van Erkel A, van Rossum AB, Bloem JL, Kievit J, Pattynama PMT. Spiral CT angiography for suspected pulmonary embolism: a cost-effectiveness analysis. *Radiology* 1996; 201: 29-36.
35. Goodman LR, Lipchik RJ. Diagnosis of acute pulmonary embolism: Time for a new approach. *Radiology* 1996; 199: 25-7.
36. Stein PD, Henry JW. Prevalence of acute pulmonary embolism in central and subsegmental pulmonary arteries and relation to probability interpretation of ventilation/perfusion lung scans. *Chest* 1997; 111: 1246-8.
39. Oudkerk M, van Beck EJR, van Putten WLJ, Büller HR. Cost-effectiveness analysis of various strategies in the diagnostic management of pulmonary embolism. *Arch Intern Med* 1993; 153: 947-54.
40. Ferretti GR, Bosson JL, Buffaz PD, Ayanian D, Pison C, Blanc F 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.

*En fullständig referensförteckning kan erhållas från Professor Ulf Tylén, Avdelningen för diagnostisk radiologi, Sahlgrenska Universitetssjukhuset/Sahlgrenska, 413 45 Göteborg. E-post: ulf.tylen@rtg.gu.se*

### Summary

#### Spiral computed tomography; solution to problems in pulmonary embolism diagnosis?

Ulf Tylén, Björn Bake, Frank Christiansen, Leif Lapidus, Ingrid Mattiasson, Ulf Nyman

*Läkartidningen* 1999; 96: 2712-17.

Clinical diagnosis of pulmonary embolism is difficult and often dependent on radiological methods. In Sweden scintigraphy has hitherto been the method most commonly used, though all too often it leaves the diagnosis in doubt. Spiral computed tomography, performed during continuous infusion of contrast medium, clearly depicts the pulmonary arteries, emboli appearing as filling defects. The examination takes less than one minute. Although the method has yet to be fully evaluated, it is already available at most Swedish hospitals. Results presented so far suggest that the technique has great potential, and may become the method of choice in the diagnosis of pulmonary embolism.

*Correspondence:* Professor Ulf Tylén, Dept of Diagnostic Radiology, Gothenburg University, Sahlgrenska Universitetssjukhuset/Sahlgrenska, SE-413 45 Göteborg, Sweden. E-mail: ulf.tylen@rtg.gu.se



## MISSÖDEN MISSTAG MISSBRUK

i sjukvården

Vad händer i slutna rum då läkare blir problem? Hur löser man konflikter vid missöden i vården? Vem kan ge ett bra stöd till anmälda läkare?

Under 1994–95 publicerade *Läkartidningen* 21 artiklar om problemläkare, läkarproblem, ansvarsfrågor och patientförsäkring. De har nu samlats i ett 80-sidigt häfte, som kan beställas med kupongen nedan.

Pris 75 kronor. Vid 11–50 ex 67 kronor, vid högre upplagor 63 kronor/exemplar.

Beställer härmed

..... ex *Missöden, Misstag, Missbruk*

Namn .....

Adress .....

Postnummer/Postadress .....

Insändes till *Läkartidningen*, Box 5603, 114 86 Stockholm

Märk kuvertet »*Missöden*»  
Telefax 08-20 76 19