

Curso de diagnóstico por imagem do tórax

Capítulo V – Imagem da embolia pulmonar

ARTHUR SOARES DE SOUZA JUNIOR¹

Estima-se que, em hospitais gerais, 10% a 15% das mortes ocorram por embolia pulmonar (EP)⁽¹⁾. Em cada episódio é comum a liberação de múltiplos êmbolos, que geralmente se alojam em ramos da artéria pulmonar, sendo mais comuns à direita. Raramente, o êmbolo cavalga a bifurcação do tronco da artéria pulmonar (êmbolo em sela) ou tem origem em câmaras cardíacas direitas (Figura 1) e cerca de 15% dos pacientes com embolia pulmonar apresentam infarto verdadeiro⁽²⁾.

O diagnóstico acurado é muito importante, porque a terapia trombolítica e de anticoagulação têm riscos significativos, não justificáveis de ser assumidos na ausência de EP. Entretanto, o diagnóstico de EP permanece problemático. O exame diagnóstico ideal deveria ser acurado, seguro, viável, com custo acessível e apresentar aceitação generalizada. Atualmente, nenhum dos métodos diagnósticos preenche esses critérios. Daí a necessidade de combinação de métodos para obter a acuracidade diagnóstica.

Os pacientes com suspeita clínica de EP, usualmente, são submetidos a radiografia de tórax e cintilografia de ventilação/perfusão. A associação dos resultados desses exames com o grau de suspeita clínica possibilita razoável certeza diagnóstica⁽³⁾. Entretanto, cerca de 75% dos pacientes permanecem com o diagnóstico de EP incerto⁽³⁾. Apesar de a angiografia pulmonar seletiva ser o exame de referência (padrão-ouro) para detecção de EP, ele é subutilizado. Os resultados de dois grandes estudos mostram que apenas 12% a 14% dos pacientes que não apresentaram resolução para a suspeita de EP com cintilografia V/Q foram submetidos à angiografia pulmonar seletiva^(4,5). Apesar de a angiografia apresentar mortalidade menor que 1% e morbidade de 2% a 5%, é bastante dispendiosa, não tendo, portanto, alto índice de aceitabilidade e, em muitas ocasiões, os pacientes são submetidos à anticoagulação sem passar pela angiografia⁽⁶⁾.

Mais recentemente, apareceram novos recursos diagnósticos para a EP, como a imagem por ressonância magnética,

Siglas e abreviaturas utilizadas neste trabalho

EP – Embolia pulmonar

TC – Tomografia computadorizada

tomografia computadorizada por emissão de elétrons e tomografia computadorizada volumétrica (helicoidal ou espiral). Especialmente, as duas últimas modalidades parecem apresentar papel promissor no diagnóstico de EP.

Neste capítulo abordaremos com maior detalhe as imagens da radiografia simples do tórax e a da tomografia computadorizada (TC) helicoidal.

RADIOGRAFIA SIMPLES DE TÓRAX

Vários sinais radiográficos de EP foram descritos, embora nenhum deles seja específico e tenham baixa sensibilidade. Mesmo em pacientes com risco iminente de vida por EP, a radiografia de tórax pode ser normal (Figura 3). A sensibilidade da radiografia de tórax é de 33% e a especificidade de 59% para detecção de EP⁽⁷⁾. O principal papel da radiografia

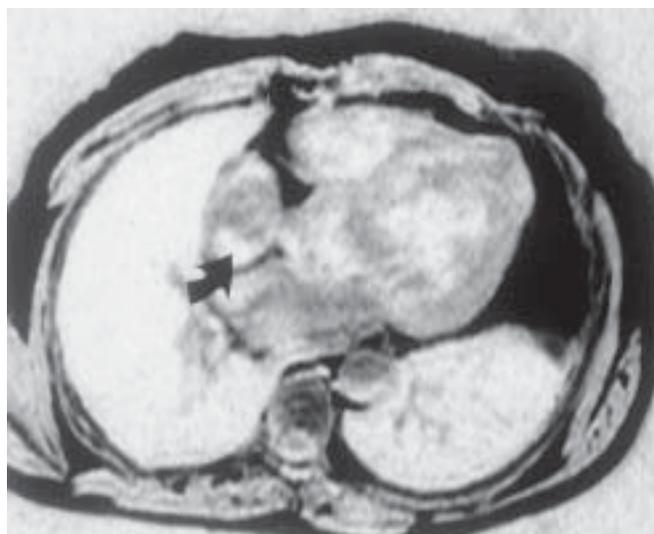


Figura 1 – Êmbolo em átrio direito (mulher, 61 anos, com cateter venoso central por tempo prolongado). Imagem por ressonância magnética, obtida em turbo spin echo, quatro câmaras, mostrando conteúdo móvel no interior do átrio direito.

1. Professor Assistente da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto (Famerp); Membro do Instituto de Radiodiagnóstico Rio Preto; Chefe do Departamento de Imagem da Santa Casa de Misericórdia de São José do Rio Preto.

Endereço para correspondência – Arthur Soares de Souza Jr., Rua Cila, 3.033 – 15015-800 – São José do Rio Preto, SP. E-mail: asouzajr@zaz.com.br

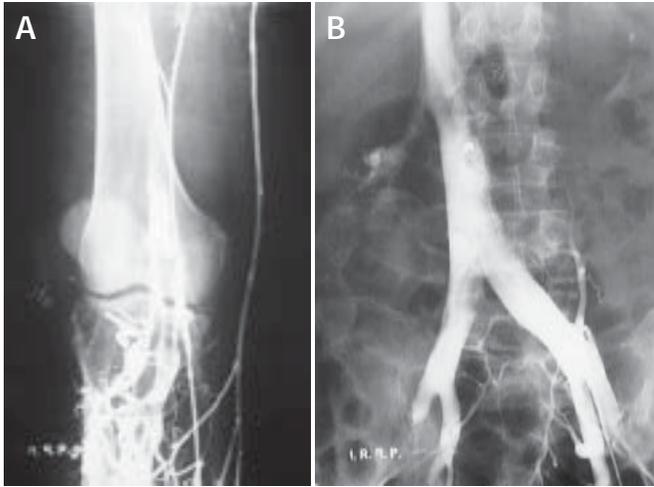


Figura 2 – Filtro em veia cava inferior (mulher, 54 anos, com tromboflebite em membro inferior e embolia pulmonar recorrente). **A)** Cavo-gramia realizada após o implante de filtro de veia cava inferior. **B)** Flebografia do membro inferior mostrando múltiplas falhas de enchimento, determinadas por êmbolos no sistema venoso profundo.

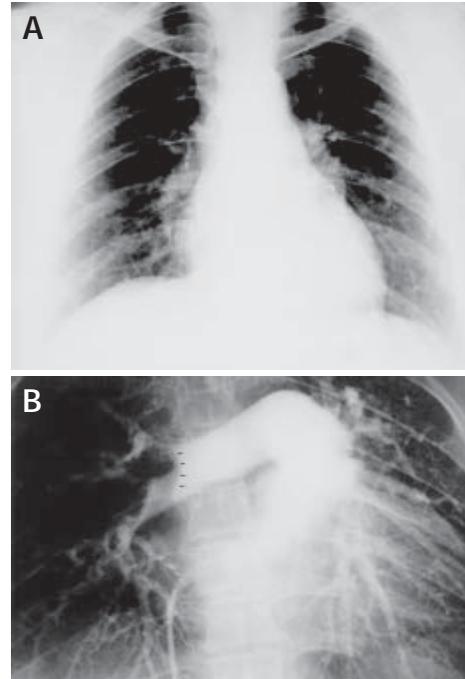


Figura 3
Embolia pulmonar aguda sem infarto (mulher, 50 anos). **A)** Radiografia simples do tórax em PA sem anormalidades. **B)** Angiografia pulmonar mostrando grande êmbolo na bifurcação da artéria pulmonar direita.

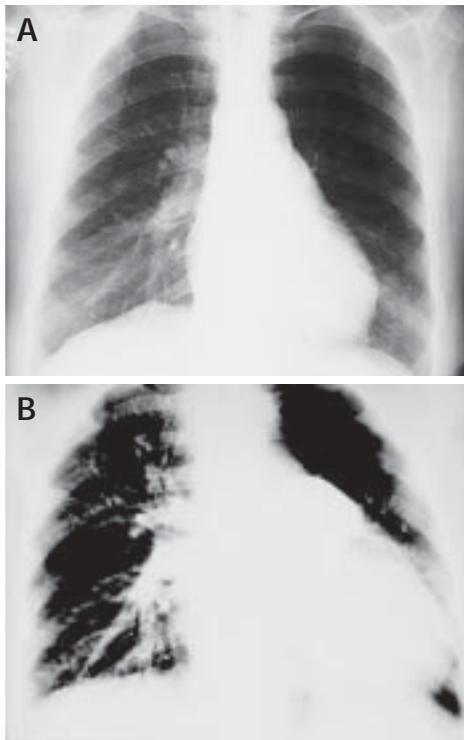


Figura 4
Embolia pulmonar aguda sem infarto (sinal de Westmark). **A)** Radiografia simples do tórax em PA mostra hipertransparência nos campos pulmonares superior esquerdo e médio direito. **B)** Angiografia pulmonar mostra pobreza vascular nas regiões hipertransparentes na radiografia do tórax.



Figura 5
Radiografia simples do tórax em PA (homem com EP). As setas mostram aumento do ramo interlobares da artéria pulmonar esquerda.

de tórax é excluir outros diagnósticos que possam mimetizar EP e fornecer informações que ajudem na interpretação dos outros métodos de imagem. Entretanto, em alguns casos, a radiografia de tórax sugere o diagnóstico, daí a importância de apreciarmos os sinais, apesar de sua baixa sensibilidade e especificidade. Na discussão das anormalidades encontradas na EP aguda é útil sua divisão em EP sem infarto e EP com infarto.

EMBOLIA PULMONAR AGUDA SEM INFARTO – Os poucos sinais na radiografia simples do tórax na embolia aguda sem infarto são oligoemia do pulmão a jusante do vaso ocluído (sinal de Westmark) (Figura 4), aumento no tamanho do tronco da artéria pulmonar, artéria pulmonar principal ou de ramos interlobares (Figura 5) e elevação do diafragma. Opacidades lineares ou em faixa podem ser vistas. Essas opacidades representam atelectasias discóides, subsegmentares, e não infarto pulmonar (Figura 6), sendo secundárias à elevação do diafragma, inibição da ventilação e possível depleção de surfactante⁽¹⁾. Embolia de repetição pode causar hipertensão arterial pulmonar, possível de ser reconhecida radiologicamente (Figura 7).

EMBOLIA PULMONAR AGUDA COM INFARTO – O infarto determina opacidade na radiografia simples do tórax, com distribuição multifocal (Figura 8) e predomínio nas regiões baixas⁽⁸⁾. Essas imagens usualmente aparecem cerca de 12 a 24 horas após o episódio embólico, mas seu aparecimento

Figura 6 – Radiografia simples do tórax em PA (mulher, 55 anos com EP aguda sem infarto). Elevação do diafragma direito. As opacidades em faixa na base pulmonar direita representam atelectasias subsegmentares e não infarto pulmonar.

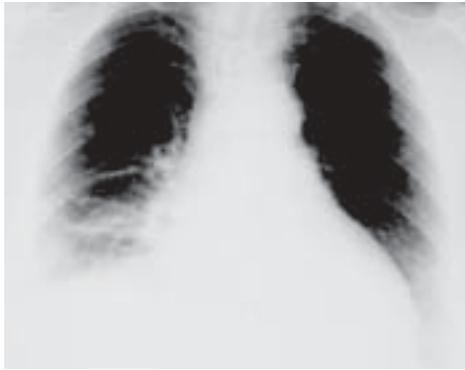
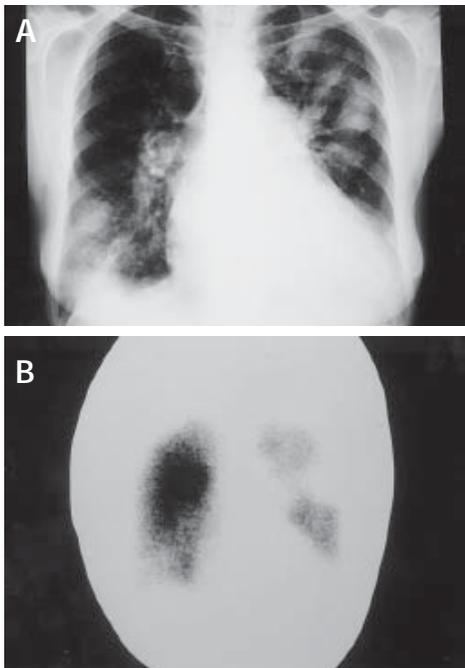


Figura 8 – Embolia pulmonar aguda com infarto (mulher, 54 anos). **A)** Radiografia simples do tórax em PA mostra o caráter multifocal da doença, que usualmente predomina nas bases. Aumento do calibre das artérias pulmonares centrais e do ramo interlobar da artéria pulmonar direita. **B)** Cintilografia com tomografia computadorizada, vista anterior, mostra várias falhas de perfusão.



pode ser mais tardio. A opacidade resultante pode assumir várias formas, dependendo principalmente de sua localização e da arquitetura lobular de base. Consolidação lobar é pouco usual (Figura 9) e padrão lembrando edema é ocasionalmente observado (Figura 10).

A área de infarto pode apresentar-se com forma grosseiramente triangular, sem o ápice (cone truncado), que lhe confere configuração grosseiramente nodular, com base pleural e superfície interna convexa, conferindo o aspecto de “corcova”⁽⁹⁾. Esse sinal é conhecido como “corcova de Hampton”, que é pouco usual e não específico (Figura 11).

O sinal do broncograma aéreo raramente é visto na radiografia simples do tórax de pacientes portadores de EP aguda com infarto, o que ajuda no diagnóstico diferencial com pneumonia e outras causas de consolidação. Frequentemente, os achados clínicos ajudam na decisão do diagnóstico diferencial.

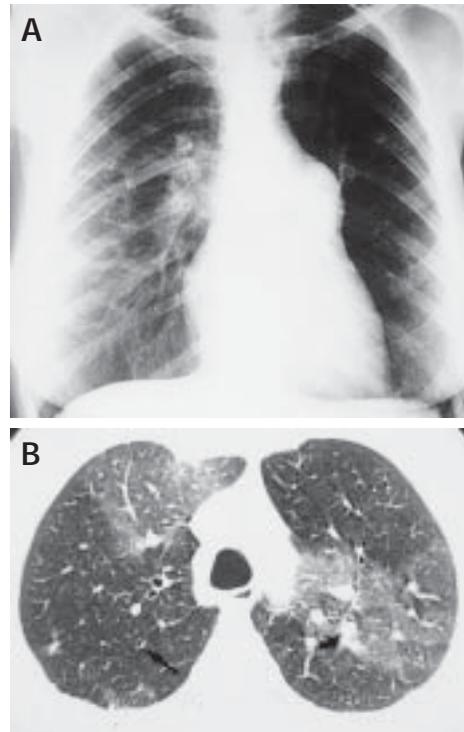


Figura 7 – Hipertensão pulmonar (mulher, 59 anos, com história anterior de EP). **A)** Radiografia simples do tórax em PA mostrando significativa proeminência do tronco da artéria pulmonar e das artérias pulmonares principais. Existe desproporção entre esses ramos e as artérias medulares e corticais. **B)** Tomografia computadorizada de alta resolução ao nível da croça da veia ázigo mostra áreas hipoatenuantes em que as artérias apresentam calibre menor do que o brônquio (seta) e áreas de atenuação em vidro fosco, hiperperfundidas, com distribuição em retalho, onde a artéria apresenta calibre muito maior do que o brônquio (seta curva).

atenuação em vidro fosco, hiperperfundidas, com distribuição em retalho, onde a artéria apresenta calibre muito maior do que o brônquio (seta curva).

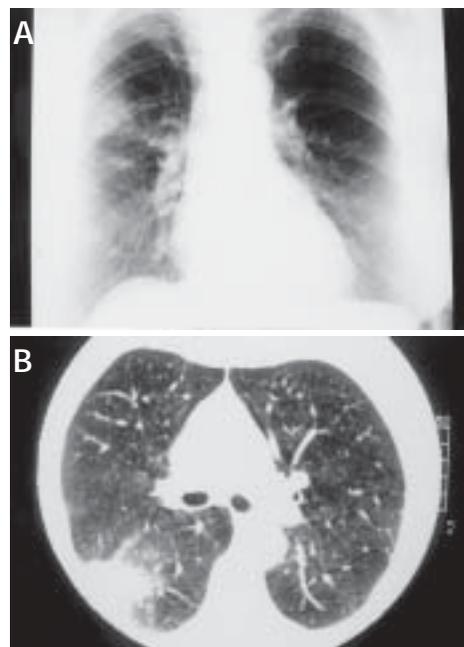


Figura 9 – Embolia pulmonar aguda com infarto (mulher, 56 anos). **A)** Radiografia simples do tórax em PA mostra aspecto consolidativo, sem broncograma aéreo. **B)** Tomografia computadorizada do tórax, com janela para parênquima, mostrando o aspecto da consolidação, sem broncograma aéreo, em posição subpleural.

Quando a consolidação é resultado de hemorragia pulmonar e não de infarto verdadeiro, a resolução radiológica é rápida, geralmente em uma semana, enquanto o infarto verdadeiro leva vários meses para resolver-se⁽¹⁰⁾ e frequentemente

Figura 10
Embolia pulmonar aguda com infarto (homem, politraumatizado). A radiografia simples do tórax em PA mostra imagem lembrando edema.



Figura 11
Embolia pulmonar aguda com infarto ("corcova de Hampton"). A radiografia simples do tórax em PA mostra opacidade na base pulmonar direita, com aspecto grosseiramente nodular e base pleural.



deixa fibrose cicatricial permanente. Quando o infarto se resolve, ele "derrete como cubo de gelo" (Figura 12), enquanto a pneumonia apresenta resolução em retalho⁽¹¹⁾.

Cavitação (Figura 13) no interior do infarto é rara e pode ocorrer na ausência de infecção, mas o infarto cavitado geralmente é secundário a infecção ou é resultado de embolia séptica. A cavitação asséptica tem mais *chance* de desenvolver-se quando a área cavitada é maior do que 4cm de diâmetro e usualmente ocorre duas semanas após o aparecimento da consolidação⁽¹²⁾.

Cerca de 50% dos casos de EP apresentam derrame pleural (Figura 14), geralmente sanguinolento, tipicamente pequeno e unilateral, que aparece imediatamente após o início dos sintomas. Entretanto, mais raramente, o derrame pleural pode ser bilateral e volumoso⁽¹³⁾.



Figura 12
Embolia pulmonar aguda com infarto. Radiografia simples do tórax em PA de paciente com EP em involução, mostrando o clareamento periférico, que lembra o aspecto de "derretimento de cubo de gelo".

TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA HELICOIDAL

Assim como a angiografia pulmonar, a TC helicoidal com administração de contraste pode ser usada para obtenção direta da imagem do êmbolo pulmonar⁽¹⁴⁾ (Figura 15). Estudos importantes concluíram que a TC helicoidal define os êmbolos nos vasos pulmonares centrais (principais, lobares e segmentares) com sensibilidade e especificidade acima de 90%⁽¹⁵⁾, resultados que se aproximam dos obtidos pela angiografia pulmonar no estudo PIOPED⁽³⁾. No entanto, a acurácia da TC é menor na detecção de êmbolos em artérias subsegmentares. Em um estudo de 20 pacientes apresentando probabilidade não resolvida na cintilografia V/Q, a angiografia pulmonar detectou EP em 11 pacientes; em quatro deles (37%) o êmbolo se localizava em artéria subsegmentar. A TC helicoidal detectou EP em apenas um desses pacientes (25%)⁽¹⁶⁾. Em outro estudo, avaliando apenas êmbolos em artérias subsegmentares, a TC helicoidal deixou de fazer diagnóstico em 20% dos casos⁽¹⁷⁾. Como uma das características da EP é a multiplicidade dos êmbolos, a presença de êmbolo subsegmentar tem grande *chance* de ser acompanhada por progressão do trombo que obstrua artérias de maior calibre, possibilitando o diagnóstico pela TC helicoidal. No estudo PIOPED somente 6% dos casos apresentaram êmbolos subsegmentares⁽³⁾.

A maioria dos êmbolos subsegmentares não é detectada pela TC helicoidal. Mesmo na angiografia pulmonar os êmbolos subsegmentares não são facilmente encontrados. No

Figura 13 – Embolia pulmonar aguda com infarto (homem, 45 anos, portador de marcapasso cardíaco). **A)** Radiografia simples do tórax em PA mostra áreas de infarto pulmonar cavitadas. **B)** Tomografia computadorizada do tórax, com janela para mediastino, mostrando mais detalhes da cavitação.

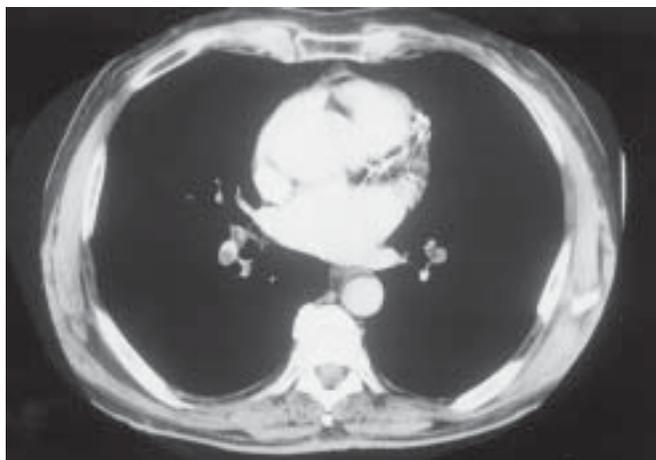
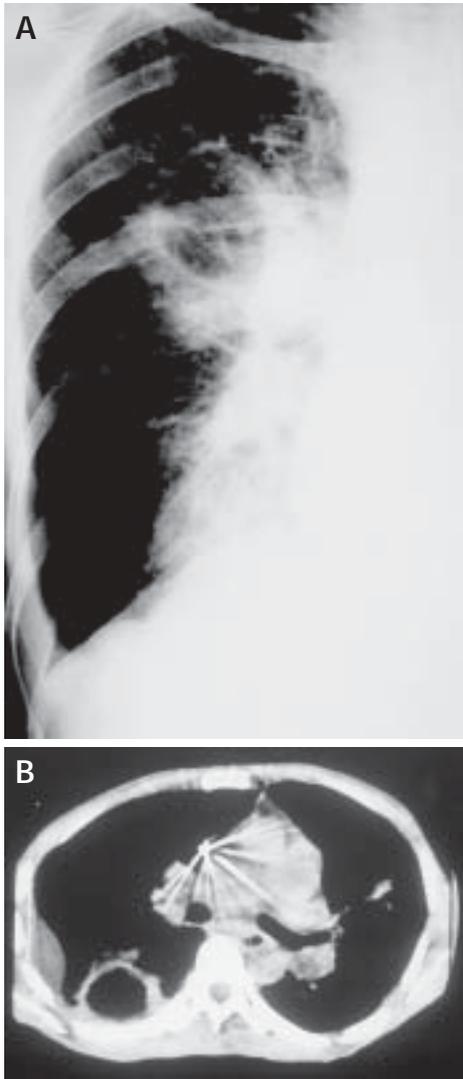


Figura 15 – Tomografia computadorizada helicoidal (homem, com dor torácica e dispnéia). A imagem obtida na base pulmonar mostra falha de enchimento nas artérias dos lobos inferiores e artéria do segmento superior do lobo inferior direito.

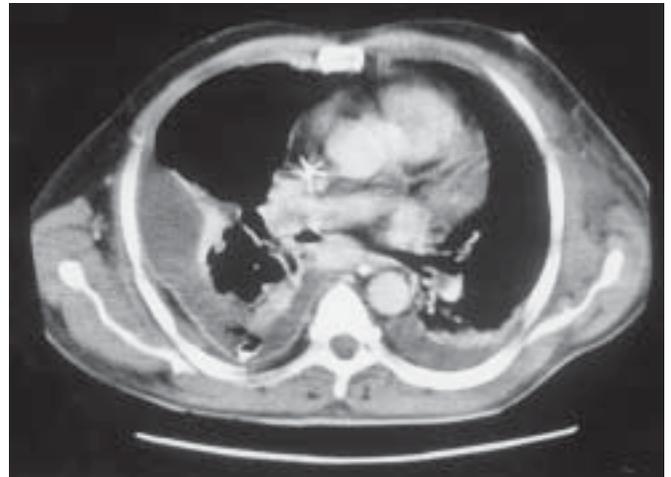


Figura 14 – Embolia pulmonar aguda com derrame pleural (homem, 54 anos). Tomografia computadorizada helicoidal. Corte obtido na região subcarinal, mostrando derrame pleural bilateral e êmbolo no ramo interlobar da artéria pulmonar esquerda. Nos outros cortes havia êmbolos na artéria pulmonar direita e ramos segmentares do lobo inferior esquerdo.

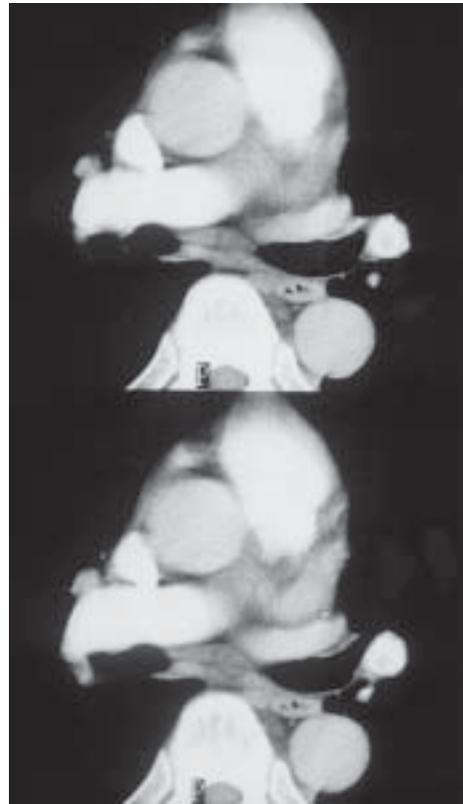


Figura 16 – Tomografia computadorizada helicoidal (homem, 76 anos, com EP sem infarto). Nota-se o excelente bolo de contraste que opacifica a veia cava superior, tronco da artéria pulmonar, artéria pulmonar direita e ramo interlobar da artéria pulmonar esquerda. Praticamente, não existe contraste na aorta. Mesmo com opacificação intensa da veia cava superior, não ocorre artefato que atrapalhe a análise da artéria pulmonar direita. Existe êmbolo intraluminal no ramo interlobar da artéria pulmonar esquerda.

estudo PIOPED, dois angiografistas juízes concordaram em 81% pela presença ou ausência de EP em todos os casos e apenas em 66% para coágulo subsegmentar⁽¹⁸⁾. Outro trabalho mostra que três angiografistas concordaram em todos os

Figura 17 – Tomografia computadorizada helicoidal (homem, 63 anos, com EP sem infarto, com radiografia simples de tórax normal). **A)** Fase arteriográfica de angiografia pulmonar mostra falhas de enchimento em ramos da artéria lobar inferior. **B)** Tomografia computadorizada helicoidal mostra grande êmbolo calcificado na bifurcação da artéria pulmonar direita. Este fato pode ocorrer porque o contraste iodado é muito opaco e as imagens são obtidas com a passagem dos raios em um único sentido, falhas de enchimento incompleto podem passar despercebidas quando as imagens são obtidas em apenas um plano. Ao contrário, a TC obtém imagem com emissão de raios em 360 graus e, portanto, tem a capacidade de detectar falhas parciais de enchimento.

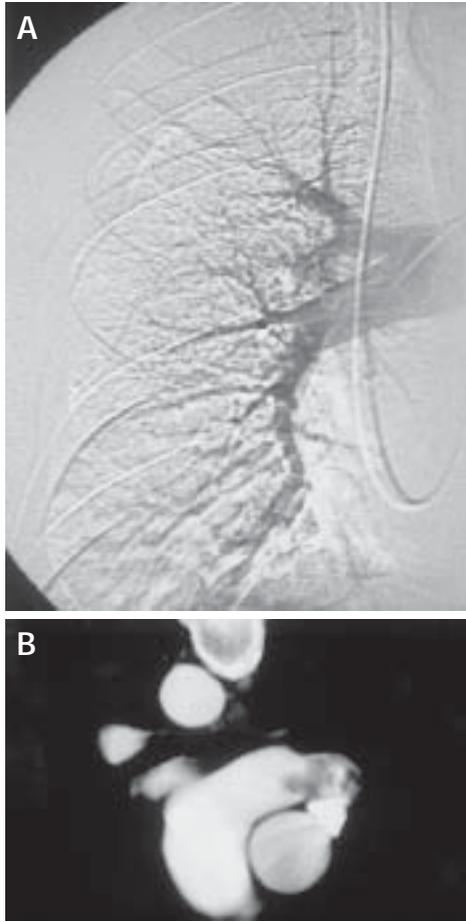


Figura 19 – Tomografia computadorizada helicoidal com reconstrução em 2D (mulher, 35 anos, com cintilografia e radiografia do tórax normais, com forte suspeita clínica de EP, desenvolveu opacidade na base pulmonar esquerda). **A)** Na tomografia computadorizada helicoidal com imagens reconstruídas no plano axial é difícil a visualização do êmbolo devido à opacidade circunjacente à artéria lobar inferior direita. **B)** Na reconstrução bidimensional fica clara a presença do trombo mural.

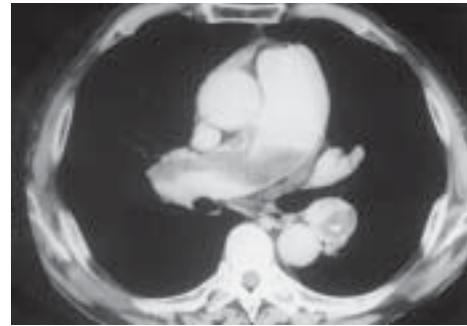
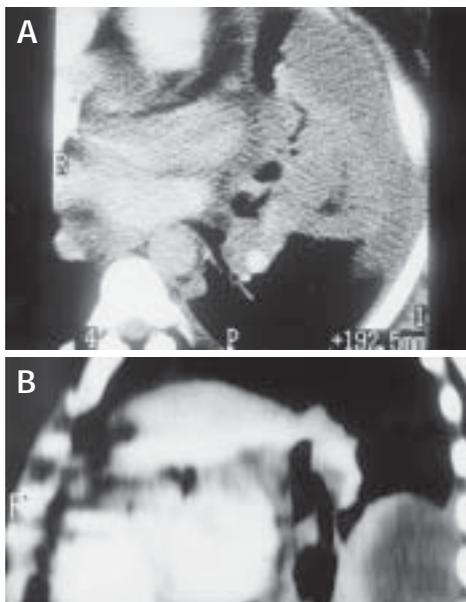


Figura 18 – Tomografia computadorizada helicoidal mostra êmbolos com calcificações, que determinam falha de enchimento na artéria pulmonar direita e ramo interlobar da artéria pulmonar esquerda.



Figura 20 – Tomografia computadorizada helicoidal com reconstrução em 2D. A reconstrução em 2D angulada demonstra falha de enchimento, por presença de êmbolo, na artéria do segmento basal posterior esquerdo, que era de difícil diagnóstico nos cortes axiais.



Figura 21 – Imagem por ressonância magnética (mulher, 43 anos). **A)** Imagem obtida no plano axial, em turbo spin echo, ponderada em T1, mostrando êmbolo (seta) preenchendo toda a artéria pulmonar direita. **B)** Imagem obtida no plano axial, ponderada em T2, demonstra êmbolo no ramo interlobar da artéria pulmonar esquerda.



casos de EP acometendo as artérias pulmonares principais, lobares e segmentares, mas que houve concordância em apenas 13% para EP subsegmentar⁽¹⁹⁾. Outro questionamento que deve ser feito é: qual a importância do êmbolo subsegmentar? No trabalho realizado por Oser *et al.*⁽²⁰⁾, 13 dos 19 êmbolos subsegmentares eram únicos. Será que a presença de êmbolo subsegmentar único causa sintoma ou foi um achado incidental? No estudo PIOPED houve concordância de 66%

entre os observadores para o diagnóstico de EP subsegmentar. Assim, muitas dessas embolias não foram diagnosticadas e, portanto, não foram tratadas. Em todo o grupo desse estudo somente 0,6% dos pacientes apresentou sintomatologia de EP em um ano de acompanhamento⁽²⁰⁾. Em outros estudos, 691 pacientes apresentaram estudo negativo para EP com angiografia pulmonar. Cerca de 1% apresentou sintoma de embolia no acompanhamento por 6 a 12 meses^(6, 21, 22).

Para saber o real valor da TC helicoidal no diagnóstico da EP, a importância clínica do êmbolo subsegmentar deve ser estabelecida. Se as pequenas EP não são clinicamente importantes, então a TC é uma excelente ferramenta para seu diagnóstico. No entanto, se a EP é o prenúncio de um trombo maior e a maioria das mortes é devida à EP recorrente, ou se pequenos êmbolos são potencialmente letais em pacientes com doença cardiopulmonar preexistente grave, então a TC helicoidal isolada é um método inadequado⁽²²⁾.

A TC helicoidal facilita a tomada rápida de imagens, otimizando a obtenção destas durante o bolo de contraste e minimizando os artefatos de movimento das pulsações mediastinais e da respiração. O protocolo para estudo de EP com TC volumétrico utiliza um pacote de obtenção de imagens de 12cm de extensão, iniciando os cortes ao nível da croça da aorta. Utilizamos cortes de 3mm, com deslocamento da mesa de 5mm e reconstrução de imagens de 3mm de espessura. Alternativamente, podem usar-se cortes de 5mm, com deslocamento da mesa de 5mm e reconstrução das imagens com 3mm de espessura. Existe necessidade de cateterização de veia calibrosa, geralmente antecubital, com volume de 120ml de contraste iodado a 12%, com infusão de 7ml por segundo, ou 90ml com contraste iodado a 30%, com infusão de 5ml por segundo. A injeção do contraste com baixa concentração de iodo evita artefato da veia cava superior, que pode prejudicar o diagnóstico de falha de enchimento na artéria pulmonar direita (Figura 16). O contraste com concentração de 12% deve ser preferido em pacientes com insuficiência cardíaca.

O diagnóstico de EP com a TC volumétrica é baseado na visualização direta do coágulo intraluminal (Figura 17), ou seja, defeito de enchimento completo, sinal do "trilho de trem" e defeito de enchimento mural (Figura 18). A presença de linfonodo pode ser erroneamente interpretada como falha de enchimento (coágulo mural). Em condições de dúvida, particularmente nas que cursam com infarto e, portanto, com consolidação, a reconstrução em duas dimensões aumenta a especificidade no diagnóstico de EP (Figuras 19 e 20)

IMAGEM POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

Existem evidências de que a EP pode ser detectada com imagem por ressonância magnética (Figura 21). Em geral, utiliza-se *ECG-gating*, em *spin-echo*, *3D gradient echo*, *2D* e *3D time-of-flight*, angiografia por ressonância magnética

e *ultrafast* angiografia por ressonância magnética utilizando o dispositivo *cine 3D*⁽²³⁾.

REFERÊNCIAS

1. Moser KM. Venous thromboembolism: state of the art. *Am Rev Respir Dis* 1990;141:235-249.
2. Moser KM. Pulmonary embolism: state of the art. *Am Rev Respir Dis* 1977;115:829-852.
3. The PIOPED investigators. Value of the ventilation/perfusion scan in acute pulmonary embolism: results of Prospective Investigation of Pulmonary Embolism Diagnosis (PIOPED). *JAMA* 1990;263:2753-2759.
4. Sostman HD, Ravin CE, Sullivan DC et al. Use of pulmonary angiography for suspected pulmonary embolism: influence of scintigraphic diagnosis. *AJR* 1982;139:673-677.
5. Henschke CI, Mateescu I, Yankelevitz DF. Changing practice patterns in the workout of pulmonary embolism. *Chest* 1995;107:940-945.
6. Cheely R, McCartney WH, Perry JR. The role of noninvasive tests versus pulmonary angiography in the diagnosis of pulmonary embolism. *Am J Med* 1981;70:17-22.
7. Greenspan RH, Ravin CE, Plansky SM et al. Accuracy of the chest radiograph in diagnosis of pulmonary embolism. *Invest Radiol* 1982;17:539-543.
8. Dalen JE, Haffajee CI, Alpert JS et al. Pulmonary embolism, pulmonary hemorrhage and pulmonary infarction. *N Engl J Med* 1977;296:1431-1435.
9. Hampton AO, Castleman B. Correlations of post mortem chest tele-roentgenograms with autopsy findings with special reference to pulmonary embolism and infarction. *AJR* 1940;43:305-326.
10. Figley MM, Gerdes AJ, Ricketts HJ. Radiographic aspects of pulmonary embolism. *Semin Roentgenol* 1967;2:389-405.
11. Woesner ME, Sanders I, White GW. The melting sign in resolving transient pulmonary infarction. *AJR* 1971;111:782-790.
12. Wilson AG, Joseph AEA, Butland RJA. The radiology of aseptic cavitation in pulmonary infarction. *Clin Radiol* 1986;37:327-333.
13. Bynum LJ, Wilson JE. Radiographic features of pleural effusion in pulmonary embolism. *Am Rev Respir Dis* 1978;117:829-834.
14. Gurney JW. No fouling around: direct visualization of pulmonary embolism. *Radiology* 1993;188:618-619.
15. Remy-Jardin M, Remy J, Wattinne L, Giraud F. Central pulmonary thromboembolism: diagnosis with spiral volumetric CT with single breath-hold technique - Comparison with pulmonary angiography. *Radiology* 1992;185:381-387.
16. 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;164:1369-1374.
17. Van Rossun AB, Pattynama PM, Treurniet FE et al. Spiral CT angiography for detection of pulmonary embolism: validation in 124 patients (abstr). *Radiology* 1995;97:303.
18. Stein PD, Athanasoulis C, Alavi A et al. Complications and validity of pulmonary angiography in acute pulmonary embolism. *Circulation* 1992;85:462-468.
19. Quinn MF, Lundell CJ, Klotz TA et al. Reliability of selective pulmonary angiography in the diagnosis of pulmonary embolism. *AJR* 1987;149:469-471.
20. Oser RF, Zuckerman DA, Gutierrez FR, Brink JA. Anatomic distribution of pulmonary emboli at pulmonary arteriography: implications for spiral and electron-beam CT. *Radiology* 1996;199:31-35.
21. Henry JW, Relyea B, Stein PD. Continuing risk of thromboemboli among patients with pulmonary angiograms. *Chest* 1995;107:1375-1378.
22. Novelline RA, Baltarowich OH, Althasoulis CA et al. The clinical course of patients with suspected pulmonary embolism and a negative pulmonary arteriogram. *Radiology* 1978;126:561-567.
23. Goodman LR, Lipchik RJ. Diagnosis of acute pulmonary embolism: time for a new approach. *Radiology* 1996;199:25-27.