

ARTIGO DE REVISÃO/REVISION ARTICLE

Diagnóstico do embolismo pulmonar

Pulmonary embolism diagnosis

JOÃO CASTAÑO¹, JOÃO ALPENDRE², JOÃO MARTINS PISCO³

Serviço Universitário de Radiologia do Hospital de Pulido
Valente. Director: Prof. Dr. João Martins Pisco

RESUMO

O diagnóstico do Embolismo Pulmonar é considerado por vezes difícil. É importante reconhecer as situações clínicas que podem ser potencialmente desencadeantes. Existe uma série de meios auxiliares de diagnóstico, quer laboratoriais quer imagiológicos, que devem ser adaptados aos meios disponíveis em cada instituição.

REV PORT PNEUMOL 2003; IX (2): 129-137

Palavras-chave: Tromboembolismo Pulmonar. Pulmão. Perfusão Pulmonar. Tomografia Computorizada (TC), Angiografia, Helicoidal.

ABSTRACT

Pulmonary Embolism is often considered a difficult diagnosis to establish. It is important to recognise clinical situations that leads to it. There are a few laboratory and imaging tests, that should be tailored to the available facilities in each institution.

REV PORT PNEUMOL 2003; IX (2): 129-137

Key-words: Pulmonary Embolism. Lung. Lung Perfusion. Computed Tomography (CT), Angiography, Helical.

¹ Assistente graduado de radiodiagnóstico

² Interno do complementar de radiodiagnóstico

³ Director de Serviço

Recebido para publicação: 02.09.18

Aceite para publicação: 03.02.18

INTRODUÇÃO

O Tromboembolismo Pulmonar (TEP) é uma entidade clínica complexa, em que são deficientemente conhecidos alguns dos seus mecanismos o que gera problemas a nível do seu diagnóstico que muitas vezes só é feito na autópsia.

É importante o seu diagnóstico porque é uma doença associada a uma elevada mortalidade, calculada em cerca de 30%, mas em que a terapêutica, que não é isenta de riscos, diminui a taxa de mortalidade para valores entre 2 % e 8 %.

Em parte esta situação deriva da clínica, que é frequentemente não específica.

A primeira descrição do TEP é atribuída a Laennec em 1819, e em 1846 Virchow descreve a relação entre a trombose venosa e o TEP¹.

Sob o ponto de vista radiológico a primeira descrição é atribuída a Wharton e Pierson, numa radiografia de tórax em 1922.

E os problemas começam logo na análise da sua prevalência, sendo grande parte dos dados muito datados¹, assentando em diagnósticos clínicos e em estudos com desenhos muito variados. Trabalhos recentes apontam para que a incidência do TEP seja de 60 a 70 por 100 000^{1,2,3}.

Mesmo no que diz respeito à autópsia que é, no fundo, a verdadeira técnica de referência, existem importantes questões de resposta muito problemática. Assim, a atribuição da causa da morte pode não ser fácil, sobretudo se se tiver em conta que no TEP não existe simplesmente uma obstrução mecânica, mas que também estão em jogo mecanismos humorais e reflexos que contribuem para o resultado final.

Por outro lado os vasos lobares e segmentares não são sistematicamente avaliados em todas as autópsias.

Por fim, nem sempre é possível distinguir categoricamente entre trombos formados antes e após a morte.

Utilizando técnicas meticulosas de autópsia¹ a frequência do TEP varia entre 52 % e 64 %.

A atribuição da causa da morte ao TEP ou a outras patologias que eventualmente possam co-existir pode ser, igualmente, uma tarefa difícil^{1,2}, sobretudo quando não se está perante situações de trombose maciça.

CLÍNICA

O sistema pulmonar responde de forma relativamente limitada às agressões, e é sede de muitas patologias, o que condiciona uma clínica de certa forma monótona.

No que diz respeito ao TEP são sobejamente conhecidos os dois estudos prospectivos mais importantes, o *Prospective Investigation of Pulmonary Embolism Diagnosis* (PIOPED), estudo efectuado nos Estados Unidos da América e publicado em 1990, e o outro europeu, o *Prospective Investigative Study of Acute Pulmonary Embolism Diagnosis* (PISAPED), publicado em 1995. Nestes dois estudos faz-se, entre outras, uma análise de correlações clínicas e de exames complementares de diagnóstico. No primeiro, a tríade dispneia, taquipneia e dor pleurítica está presente em cerca de 97 % dos casos de TEP, número que é muito semelhante ao da sua frequência em doentes em que o TEP foi excluído. No PISAPED a presença de dispneia súbita, síncope e dor pleurítica são significativas para a presença de TEP, as duas primeiras como manifestações de fenómenos centrais *major* e a última em casos de envolvimento de vasos mais distais, sobretudo se relacionados com alterações do ECG e da radiografia de Tórax, mas mais uma vez este conjunto de alterações ocorrem, independentemente em doentes com e sem TEP.

Devem igualmente ser pesquisados os sinais de insuficiência cardíaca direita, como o reforço do 2.º tom, um sopro para-esternal esquerdo e distensão venosa jugular, e em situações subagudas ou crónicas a hepatomegalia e os edemas dos membros inferiores.

A suspeita clínica mantém-se, assim como o principal motivo para desencadear todo o processo de confirmação.

Neste ambiente, é então muito importante correlacionar os factores de risco com a clínica presente e saber equacionar se o TEP pode ou não ser uma possibilidade diagnóstica em cada caso.

Entre situações de maior risco vamos encontrar as grandes intervenções cirúrgicas, o parto, o acamamento prolongado, as neoplasias, os traumatismos, a gravidez, as situações que conduzem a uma hipercoagulação sanguínea e, hoje em dia, a mediática, síndrome da classe económica, em viagens aéreas prolongadas.

Outro ponto importante é a associação com a trombose venosa profunda, em particular dos membros inferiores^{1,3,4,5,6,7}. Podem ser consideradas como dois aspectos da doença tromboembólica e em muitas situações, a pesquisa de Flebotrombose dos Membros Inferiores (FMI) faz parte dos algoritmos de exames complementares utilizados no TEP, assunto a que voltaremos.

EXAMES COMPLEMENTARES NÃO IMAGIOLÓGICOS

Os exames complementares não imagiológicos são sobretudo o ECG e os testes sanguíneos; a sua importância deriva fundamentalmente de serem exames de rápido acesso e relativamente baratos⁵.

O seu grande problema é a falta de especificidade.

O ECG, que é uma técnica de acesso universal, pode mostrar disfunção cardíaca direita com desvio direito do eixo e bloqueio de ramo direito. Autores³ valorizam em particular a presença de uma onda T invertida de V_1 a V_4 , sinal de sobrecarga ventricular direita em detrimento da fibrilhação e do *flutter* auricular, que são alterações mais comuns e frequentes em outras situações clínicas⁷.

Lamentavelmente, porque são testes pouco caros e normalmente acessíveis durante 24 horas, os valores da gasimetria arterial não fazem a diferenciação entre quem tem e quem não tem TEP. Primeiro foi a hipótese de que a hipoxemia identificava os doentes com TEP, depois que uma PO_2 normal e igualmente um valor normal da diferença do oxigénio arterial-alveolar podiam excluir o diagnóstico de TEP, hipóteses que não se confirmaram. Cerca de 20 % dos doentes com TEP apresentam valores normais destas determinações, habitualmente doentes que previamente eram saudáveis.

As atenções viraram-se na busca de um exame do tipo enzimático que permitisse afirmar ou excluir a presença de TEP, com acontece para o enfarte do miocárdio. O melhor teste aplicável, dentro desta lógica, aos casos de TEP é o nível plasmático do D-dímero quando é realizado pelo método ELISA⁵. Este último ponto é da maior importância, visto que a maioria dos laboratórios utiliza a técnica de aglutinação em látex.

O D-dímero está elevado nos casos de TEP porque a fibrinólise interna origina a dissolução de alguns trombos, com a consequente libertação de D-dímeros em circulação.

Este teste do D-dímero apresenta um elevado valor preditivo negativo, ou seja, no caso de ser normal (<500ng/mL), pode excluir-se TEP em mais de 90 % dos casos.

Não é, no entanto, suficientemente sensível para excluir TEP. Por outro lado, falta-lhe especificidade, apresentando valores positivos em casos de neoplasias, sépsis, pneumonias, enfarte do miocárdio e no pós-operatório. A sua melhor utilização é nos casos de doentes anteriormente saudáveis.

EXAMES COMPLEMENTARES IMAGIOLÓGICOS

A contribuição da imagiologia para o diagnóstico do TEP vem da primeira hora¹, e como

corolário de alguns problemas já referidos não é de estranhar que praticamente todas as técnicas imagiológicas possam de alguma forma relacionar-se com a problemática do TEP.

Abordaremos sucessivamente algumas questões relacionadas com a telerradiografia de tórax (radiografia de tórax), a cintigrafia pulmonar, a angiografia pulmonar, a ângio-TC e ângio-RM, a ecografia venosa e a ecocardiografia.

Radiografia de tórax

É uma técnica de fácil acesso e barata, mas que apresenta baixos índices de sensibilidade e de especificidade, não tendo grande utilidade no diagnóstico do TEP.

É bastante importante o seu papel no despiste de algumas situações que podem simular TEP, como por exemplo pneumotórax e pneumonias.

Os sinais mais importantes relacionam-se com a oligoemia regional (sinal de Westermarck), a opacidade em cunha de base periférica indicando a presença de enfarte (sinal de Hampton) e ainda os sinais relacionados com a insuficiência cardíaca direita, em particular o aumento de calibre das artérias pulmonares, nomeadamente da artéria pulmonar descendente direita (sinal de Palla).

Em alguns algoritmos a radiografia de tórax é utilizada para decidir se os doentes devem fazer cintigrafia pulmonar ou TC, assunto a que voltaremos.

Cintigrafia pulmonar

Nesta técnica vai haver, nos casos de TEP, uma discordância entre a perfusão e a ventilação pulmonar, estando esta conservada enquanto a primeira apresenta pelo menos um defeito de perfusão.

Os exames são classificados como sendo de alta, intermédia ou baixa probabilidade, e devem ser conjugados com o grau de suspeita clínica.

Apresenta globalmente uma especificidade de 94 % e uma sensibilidade de 65 %^{1,2,5}. Os exames classificados como de alta ou de baixa probabilidade apresentam valores preditivos positivos e negativos que são elevados.

Um exame de alta probabilidade com uma elevada ou moderada suspeição clínica infirma na prática o diagnóstico de TEP.

Por outro lado, um exame normal com baixa suspeição clínica exclui virtualmente o diagnóstico de TEP^{4,8}.

O grande problema é que o número de exames classificados como indeterminados é muito elevado, mesmo inaceitavelmente elevado, e estes doentes, bem como os que apresentam exames de baixa probabilidade mas com elevada suspeição clínica, necessitam de outro exame, que classicamente é a angiografia, para confirmar ou não o diagnóstico e assim validar ou não a instituição da terapêutica.

Portanto, os doentes com exames cintigráficos cujos resultados possam ser englobados nas categorias do parágrafo anterior deveriam ser remetidos para um estudo angiográfico.

Simplesmente, deve-se acrescentar o facto de que só cerca de 5 % dos doentes com indicação para a angiografia a fazem. O porquê desta situação não é claro^{1,9}, sabe-se que é universal e que concorrem vários aspectos para esta situação, dos quais é importante destacar a nem sempre fácil acessibilidade, sobretudo durante as 24 horas do dia, e ainda provavelmente por este exame ser invasivo e as suas complicações estarem, na prática, de certo modo como que sobreavaliadas.

Ângio-TC

O enorme desenvolvimento atingido pela TC helicoidal veio permitir a utilização clínica de novas aplicações, entre elas a da chamada ângio-TC, sendo uma das suas grandes aplicações a avaliação das artérias pulmonares^{10,11,12,13,14,15}.

Trata-se de uma técnica não agressiva, reprodutível, com relativo fácil acesso e que os estudos recentes revelam possuir elevados valores de especificidade e sensibilidade, sobretudo com aparelhos de multicorte ou multidetectores.

Os valores de especificidade e sensibilidade são sobreponíveis aos da angiografia para os trombos centrais^{9,10,12}, sendo aparentemente mais baixos para os trombos periféricos, embora o significado clínico destes seja incerto, acrescido ao facto de que, para os trombos periféricos, a concordância interobservador na angiografia é muito baixa.

Assinale-se ainda que possui um elevadíssimo valor preditivo negativo^{15,16}, ou seja se o exame não mostrar a existência de trombos, se for negativo para a presença de TEP, a doença pode na prática ser excluída.

A semiologia baseia-se na detecção de defeitos de repleção (Fig. 1), que representam a imagem directa do trombo a nível do lúmen dos vasos. Nas situações agudas, estes defeitos de repleção são centrais (Fig. 2), podendo dar origem ao sinal de carril. Se o trombo ocluir completamente a artéria, o resultado radiológico é de uma amputação. Nas situações crónicas, os trombos tendem a aderir à parede e, portanto, a situarem-se periféricamente, originando ainda irregularidades dos contornos dos vasos.

Com esta técnica o tórax é inicialmente estudado sem contraste iodado intravenoso, o que vai permitir em primeiro lugar uma excelente avaliação das restantes estruturas do tórax, nomeadamente dos campos pulmonares, pleuras e mediastino e, conseqüentemente, a detecção de patologias associadas ou mesmo de diagnósticos alternativos.

O mesmo exame permite igualmente o estudo vascular venoso dos membros inferiores (Figs. 3 e 4), e ainda dos vasos pélvicos e da VCI, com vista à detecção de trombos.

No seu conjunto, os aspectos aqui focados permitem suportar o conceito de que a TC espiral é

na actualidade o exame imagiológico de primeira linha no TEP.

Os argumentos a favor da cintigrafia como exame de primeira linha baseiam-se no facto de que, na ausência de patologia do foro cardíaco ou pulmonar, esta permite, com enorme segurança, afirmar ou não a existência da doença.

Ecografia venosa

É sobejamente conhecida a associação entre o TEP e a trombose venosa profunda^{4,5}, nomeadamente dos membros inferiores (FMI), embora a quantificação desta associação não esteja completamente definida.

A apresentação clínica é variável e não específica.

A ecografia venosa dos membros inferiores apresenta valores elevados de sensibilidade e de especificidade em doentes sintomáticos, com um valor preditivo positivo de 100 %⁵. Não é invasiva, é portátil, não utiliza radiação ionizante e não necessita da utilização de contraste, sendo um método relativamente barato e de fácil acesso.

No entanto, é de salientar que só é positiva em cerca de 50% dos casos de TEP, o que tira algum impacto à técnica. As explicações para este facto são várias e não totalmente esclarecedoras. Destacam-se a possibilidade de trombos com origem em outros territórios ou a de os trombos se terem soltado nas veias dos membros inferiores ao darem origem ao TEP.

A ausência de compressibilidade venosa é um sinal seguro de trombose. Como sinais auxiliares temos o aumento do calibre da veia e a visualização directa do trombo.

A utilização do eco Doppler colorido facilita a execução do exame, mas não melhora nem a sensibilidade nem a especificidade da técnica.

A ecografia do sistema venoso dos membros inferiores pode fazer parte do algoritmo de estudo dos doentes com suspeita de TEP.

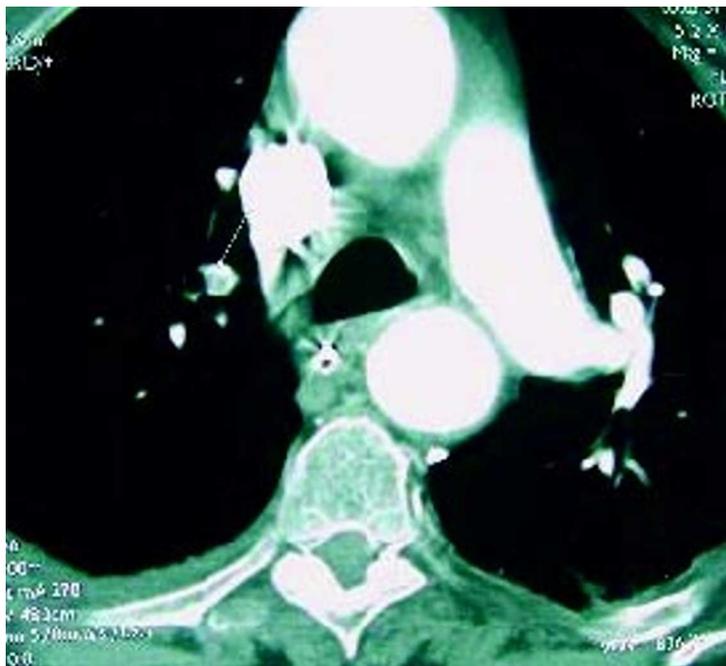


Fig.1 — Trombo (seta) traduzido por defeito de repleção com localização mediana no vaso.

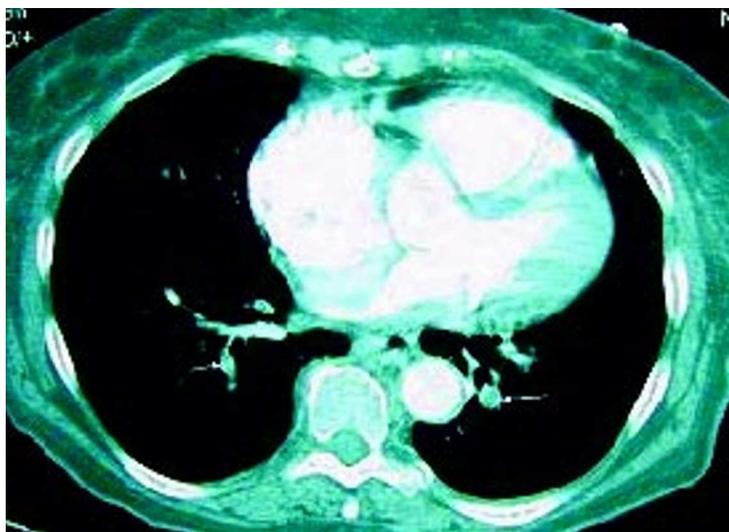


Fig.2 — Trombos recentes (setas) em ambas as artérias descendentes.

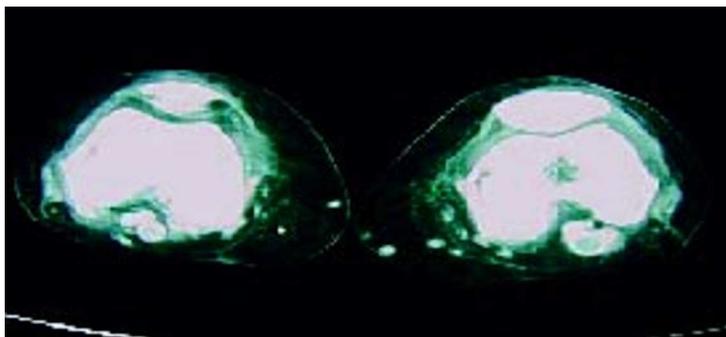


Fig. 3 — Flebotrombose de ambos os membros inferiores nas veias popliteias.

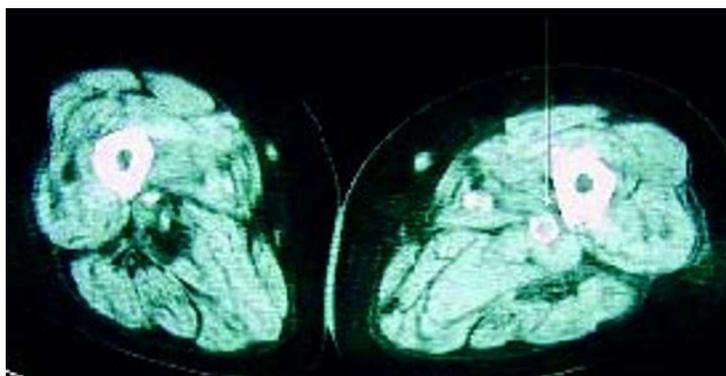


Fig. 4 — Flebotrombose (seta) a nível da veia femural esquerda.

Angiografia

Apesar dos enormes avanços obtidos com outras técnicas radiológicas, mantém-se como a técnica de referência no diagnóstico do TEP.

É uma técnica cara e invasiva.

A sua morbilidade e a mortalidade são respectivamente de 1 % e de 3 %^{1,2,3}.

Provavelmente, como já foi referido, as suas complicações estão sobreavaliadas entre os clínicos². Técnica invasiva, agressiva e com elevado número de complicações, sendo assim pouco utilizada. Pode afirmar-se que menos de 5 % dos

doentes com cintigrafias inconclusivas é que são submetidos a angiografia.

Outro dado importante é que existe uma elevada discordância interobservador para o diagnóstico de TEP nos vasos sub-segmentares. Ou seja, precisamente a mesma localização em que outras técnicas são acusadas de falhar.

Do lado das vantagens há ainda a considerar a possibilidade de efectuar terapêuticas intravasculares.

É o conjunto dos problemas referidos que leva à procura de técnicas radiológicas alternativas, no sentido de menos agressivas e de mais fácil acesso e para o diagnóstico de TEP.

Ecocardiografia

Não é um método muito sensível para o diagnóstico de TEP, embora em casos de TEP maciço possa ter alguma utilidade por permitir avaliar as repercussões hemodinâmicas sobre o ventrículo direito.

Ressonância magnética

É uma técnica altamente promissora, pela possibilidade de aliar à detecção dos trombos pulmonares com uma sensibilidade e uma especificidade semelhantes à da TC (pelo menos para os trombos centrais) a capacidade de avaliação da função cardíaca e ainda no mesmo tempo, de exame o estudo do sistema venoso, incluindo os membros inferiores¹⁷.

A utilização de sequências volumétricas ponderadas em T1, muito rápidas, obtidas numa apneia inspiratória, veio como que revolucionar as aplicações angiográficas da RM.

A utilização de contraste paramagnético, os quelantes do gadolínio, não apresenta os riscos dos contrastes iodados utilizados em TC e na angiografia convencional, sendo considerado um contraste muito seguro e praticamente sem contra-indicações apesar de nestes estudos angiográficos ser administrada uma dose superior, cerca do dobro, à utilizada nos estudos não angiográficos.

Como na TC, o contraste deve ser administrado recorrendo ao uso de injector e podem igualmente ser usados métodos computacionais para controlar os tempos de espera.

Admite-se que pela conjugação da não utilização de radiação ionizante e pelo desenvolvimento de novas e mais rápidas sequências, aliadas à segurança do contraste, esta técnica possa, num futuro mais ou menos próximo, tornar-se numa ferramenta de primeira linha na avaliação imagiológica do TEP.

ALGORITMO CLÍNICO DIAGNÓSTICO

O uso dos meios auxiliares de diagnóstico no TEP é um capítulo extremamente actual e de certo modo controverso. Os planos de actuação devem manter-se flexíveis e adequarem-se aos meios existentes em cada instituição.

A suspeita clínica mantém-se como o motor que leva à execução de meios auxiliares de diagnóstico que permitam validar a instituição de uma terapêutica efectiva.

Assim, se o teste do D-dimero pelo método de ELISA estiver disponível, este deve ser o primeiro a ser efectuado. Se o seu resultado for normal e a suspeita clínica não for muito forte, deve colocar-se outra hipótese de diagnóstico, se for positivo e se a ângio-TC for um exame acessível, este deve ser o passo seguinte a ser dado, sendo uma alternativa a cintigrafia.

Existem instituições em que a radiografia de Tórax é utilizada como factor de decisão. Assim, se a radiografia de Tórax for considerada normal num dado doente, a probabilidade de a cintigrafia ser um exame conclusivo está aumentada e o doente deve ser enviado para a execução de estudo cintigráfico. Por outro lado, se a radiografia de Tórax não for normal a percentagem de estudos cintigráficos inconclusivos é elevada, optando-se pela execução de TC.

Se estes exames forem ambos inconclusivos, pode efectuar-se um estudo ecográfico do sistema venoso dos membros inferiores.

Mantendo-se estes exames negativos ou inconclusivos num quadro de uma forte suspeita clínica, estará então indicada a execução de um estudo angiográfico.

CONCLUSÕES

É longa a relação entre o TEP e a imagiologia, tendo-se nos tempos presentes esta relação estreitado pelo desenvolvimento da TC helicoidal, em

particular com multidetectores.

Embora seja verdade que quando se suspeita de TEP este deva ser pesquisado procurando a existência de trombos na árvore pulmonar arterial, isto nem sempre é possível, sobretudo em tempo útil. Nestas situações pode e deve recorrer-se a meios que permitam afirmar de forma indirecta a existência ou não de TEP, e portanto validar a instituição da terapêutica.

Nestas condições, toma particular relevo o estudo vascular venoso dos membros inferiores pela ecografia.

Pelas razões acima expostas a ângio-TC é hoje em dia o exame de primeira linha no diagnóstico do TEP, perfilando-se no futuro para a ângio-RM esse papel, aspecto que depende sobretudo de uma maior acessibilidade e de um menor custo.

BIBLIOGRAFIA

1. HONORING PERCY BROWN, FREDERICK H. BAETJER. Pulmonary Embolism: What's Wrong with This Diagnosis?. *AJR* 2000; 174; 1489-1497.
2. MAJ JERALD L. WELLS, MPAS, PA-C, AND STEVEN W. SALYER, PHD, PA-C. Diagnosing Pulmonary Embolism: A medical Masquerader. *clinicalreviews* 11(2): 66-79. 2001 Clinicians Publishingroup.
3. SAMUEL Z. GOLDHABER. Diagnosis of Pulmonary Embolism. *Clinical Cornerstone* 2 : 38-46 2000 Excerpta Medica, Inc.
4. KAVITA GARG, JENNIFER L. KEMP, DENNIS WOJCIK, SEBASTIEN HOEHN, ROBERT J. JOHNSTON, LOREN C. MACEY, ANNA E. BARÓN. Thromboembolic Disease: Comparison of Combined CT Pulmonary Angiography and Venography with Bilateral Leg Sonography in 70 Patients. *AJR* 2000; 175; 997-1001.
5. SAMUEL Z. GOLDHABER. Management of Deep Venous Thrombosis and Pulmonary Embolism. *Clinical Cornerstone* 2 : 47-58 2000 Excerpta Medica, Inc.
6. S YOSHIDA, H AKIBA, M TAMAKAWA, N YAMA, M TAKEDA, M HAREYAMA. Spiral CT Venography of the Lower Extremities by Injection Via an Arm Vein in Patients with Leg Swelling. *The British Journal of Radiology*, 74 (2001), 1013-1016.
7. J H REID. Out of Hours Radiological Diagnosis of Pulmonary Embolism and Deep Venous Thrombosis. *Imaging*, 13 (2001), 124-129.
8. LAWRENCE R. GOODMAN, RANDOLPH J. LIPCHIK, RONALD S. KUZO, TIMOTHY L. MCAULIFFE, DANIEL J. O'BRIEN. Subsequent Pulmonary Embolism: Risk after a Negative Helical CT Pulmonary Angiogram- Prospective Comparison with Scintigraphy. *Radiology* 2000; 215:535-542.
9. H. BLANCHERE, V. LATRABE, M. MONTAUDON, N. VALLI, T. COUFFINHAL, C. RAHERISSON, F. LECIA, F. LAURENT. Pulmonary Embolism Revealed on Helical CT Angiography. *AJR*2000; 174: 1041-1047.
10. JAMES G. RAVENEL, H. PAGE MCADAMS, PHILIP C. GOODMAN. Computed Tomography Pulmonary Angiography: Diagnostic Pitfalls and Artifacts. *Applied Radiology*2001;30(10): 35-42.
11. MICHAEL B. GOTWAY, JUDY YEE. Helical CT Pulmonary Angiography for Acute Pulmonary Embolism. *Applied Radiology*2002; 31(4):21-30.
12. AHAMED FARAG, PHILIP COSTELLO. CT of Pulmonary Thromboembolic Disease. *Applied Radiology*2001; 30(2): 22-26.
13. MARTINE REMY-JARDIN, JACQUES REMY. Spiral CT Angiography of the Pulmonary Circulation. *Radiology* 1999; 212:615-636.
14. MARTINE REMY-JARDIN, JACQUES REMY, FROOHAR BAGHAIE, MARC FRIBURG, DOMINIQUE ARTAUD, ALAIN DUHAMEL. Clinical Value of Thin Collimation in the Diagnostic Workup of Pulmonary Embolism. *AJR* 2000;175:407-411.
15. A. GOTTSÅTER, A. BERG, J. CENTERGÅRD, B. FRENHNY, N. NIRHOV, U. NYMAN. Clinically suspected pulmonary embolism: is it safe to withhold anticoagulation after a negative spiral CT? *European Radiology Abstract Volume 11 Issue 1(2001):65-72.*
16. ISABELLE TILLIE-LELOND, IONA MASTORA, FABIENNE RADENNE, SANDRINE PAILLARD, ANDRÉ-BERNARD TONNEL, JACQUES REMY, MARTINE REMY-JARDIN. Risk of Pulmonary Embolism after a Negative Spiral CT Angiogram in Patients with Pulmonary Disease: 1 year Clinical Follow-up Study. *Radiology* 2002; 223: 461-467.
17. ASHU GUPTA, CHRISTOPHER K. FRAZER, JOHN M. FERGUSON, ASHOK B. KUMAR, STEPHEN J. DAVIS, MICHAEL J. FALLON, IAN T. MORRIS, PAUL J. DRURY, LESLEY A. CALA. Acute Pulmonary Embolism: Diagnosis with MR Angiography. *Radiology* 1999; 210: 353-359.