ANA MARIA GENU

**Tomografia computadorizada multidetectores
na avaliação do tromboembolismo pulmonar:
uso de reformatações em
projeção de intensidade máxima**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para obtenção
do título de Doutor em Ciências

Área de concentração: Radiologia

Orientador: Dr. Manoel de Souza Rocha

**São Paulo
2007**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Genu, Ana Maria

Tomografia computadorizada multidetectores na avaliação do
tromboembolismo pulmonar : uso de reformatações em projeção de intensidade
máxima / Ana Maria Genu. -- São Paulo, 2007.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Departamento de Radiologia.

Área de concentração: Radiologia.

Orientador: Manoel de Souza Rocha.

Descritores: 1.Tomografia computadorizada espiral 2.Angiografia 3.Embolia
pulmonar 4.Pulmão 5.Artérias 6.Tomógrafos computadorizados

USP/FM/SBD-154/07

DEDICATÓRIA

À memória do meu querido amigo e mestre, Dr. Jorge Issamu
Kavakama, minha luz inspiradora na radiologia torácica e na vida.

À minha família, especialmente a minha mãe Luzinete e minha irmã Ana Cristina pelo amor e alegria sempre presentes.

À minha amiga Ana Cristina pela amizade verdadeira e rara e pelo apoio em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Manoel de Souza Rocha, pelo apoio e orientação nessa tese e em todo meu período de formação em radiologia torácica.

Ao Dr. Marcelo Buarque G. Funari pelo incentivo, amizade, por tudo que me ensinou sobre o maravilhoso mundo do tórax e pelas preciosas sugestões nessa tese.

A Dra. Eloísa M. Santiago Gebrim, pelo seu apoio na realização desse trabalho e durante todo o período que estive na radiologia do INRAD.

Ao Prof. Dr. Giovanni Guido Cerri, por possibilitar minha especialização em radiologia torácica.

Ao Dr. Moacir Moreno Junior, pela amizade, cumplicidade e pelas muitas horas dedicadas à leitura dos exames tomográficos.

Ao Dr. Ricardo Mazzetti Guerrini pela generosidade, recepção calorosa e constante incentivo.

Aos bibliotecários e funcionários do INRAD sempre tão solícitos e gentis. Um agradecimento especial à funcionária Jane.

Aos pacientes com tromboembolismo pulmonar e seus familiares.

SUMÁRIO

Lista de figuras.....	xii
Lista de tabelas.....	xiv
Lista de gráficos.....	xv
Lista de abreviaturas.....	xvii
Resumo	xviii
<i>Summary</i>	xx
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Avaliação clínica e o uso do D-dímero	4
1.2 Comparando tomografia computadorizada com outros métodos ...	7
1.2.1 Tomografia x cintilografia.....	7
1.2.2 Tomografia computadorizada x angiografia pulmonar invasiva.....	9
1.2.3 Tomografia x ressonância magnética.....	11
1.3 Outras vantagens da tomografia computadorizada	12
1.4 O Avanço tecnológico da tomografia computadorizada	13
1.5 Reformatações em projeção de intensidade máxima e em pás de roda moinho.....	18
2 OBJETIVOS.....	21
3 MATERIAIS E MÉTODOS	23
3.1 Pacientes.....	24
3.1.1 Critérios de exclusão	25
3.2 Critérios de validação do diagnóstico de TEP	26
3.3 Quanto ao padrão ouro	27
3.4 Tomografia Computadorizada multidetectores	28
3.5 Comparação das diferentes formas de imagens	29
3.6 Interpretação dos exames tomográficos.....	30
3.7 Análise estatística.....	37

4 RESULTADOS.....	40
4.1 Segmentos vasculares avaliados	41
4.2 Êmbolos detectados	42
4.3 Análise da sensibilidade, especificidade e concordância interobservador.....	43
4.3.1 Análise das artérias principais e lobares	44
4.3.2 Análise das artérias segmentares	44
4.3.3 Análise das artérias subsegmentares.....	45
4.4 Foram calculados os valores de sensibilidade, especificidade, acurácia e concordância interobservador para os 50 pacientes juntos (grupo A + grupo B) para os três tipos de reconstrução,	51
4.5 Comparação entre os métodos - dados globais (grupo A + grupo B = pacientes com e sem TEP) e pacientes com TEP (grupo A)	56
4.6 Análise do número de pacientes com TEP positivo diagnosticados pelos métodos avaliados	62
4.7 Análise do grupo B (pacientes sem tromboembolismo no exame tomográfico).....	65
4.8 Avaliação da reformatação em pás de roda moinho, quanto à melhora na visualização da continuidade dos êmbolos.....	65
4.9 Número de imagens	66
5 DISCUSSÃO.....	67
6 CONCLUSÃO	76
7 ANEXOS	78
8 REFERÊNCIAS	83

LISTAS

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Reconstrução coronal ao nível das artérias pulmonares principais, demonstrando êmbolos centrais	32
Figura 2 -	Reconstrução coronal em MIP ao nível das artérias pulmonares, demonstrando melhor a continuidade das artérias, com êmbolos centrais no interior	32
Figura 3 -	Reformatação em pás de roda moinho demonstrando a continuidade das artérias pulmonares principais e dos êmbolos centrais no seu interior	33
Figura 4 -	Planos da reformatação em pás de roda moinho, imitando as pás da roda de um moinho ao redor de um eixo horizontal imaginário entre os hilos pulmonares. (Modificada a partir de Sobota 1988).	33
Figura 5 -	Reformatação em pás de roda moinho, onde os planos de visualização giram ao redor de um eixo horizontal entre os hilos pulmonares.(a) vista lateral para a reformatação, com o eixo central na bifurcação da artéria pulmonar principal. (b) Imagem da reformatação ao nível da artéria pulmonar principal, demonstrando o eixo imaginário entre os hilos pulmonares, onde os planos de visualização giram ao redor (linha verde).	34
Figura 6 -	Artérias Pulmonares (Modificado a partir de HIDEAKI YAMASHIDA 1978)	35
Figura 7.0 -	Imagem axial de 1 mm, demonstrando pequeno êmbolo no interior de artéria segmentar no lobo inferior esquerdo	63
Figura 7.1 -	Imagem axial em MIP de 2 mm, demonstrando o mesmo êmbolo no interior de artéria segmentar no lobo inferior esquerdo.....	63
Figura 7.2 -	Imagem axial em MIP de 4 mm, demonstrando o mesmo êmbolo no interior da artéria segmentar do lobo inferior esquerdo, que está praticamente apagado	63
Figura 7.3 -	Imagem axial de 1 mm, demonstrando êmbolos no interior de artérias subsegmentares no lobo superior direito.....	64

- Figura 7.4 - Imagem axial em MIP de 2 mm, demonstrando os
mesmos êmbolos no interior de artérias
subsegmentares no lobo superior direito.....64
- Figura 7.5 - Imagem axial em MIP de 4 mm, demonstrando os
mesmos êmbolos no interior de artérias
subsegmentares no lobo superior direito, sendo que um
dos êmbolos não é visualizado64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Motivos para exclusão dos pacientes sem TEP	26
Tabela 2 -	Nomenclatura da anatomia brônquica e arterial pulmonar	36
Tabela 3 -	Capacidade de concordância do Kappa	38
Tabela 4 -	Quantidade de segmentos vasculares analisados em cada paciente, em cada grupo de imagens, por cada observador e no total	42
Tabela 5 -	Localização e número dos êmbolos encontrados pelos dois observadores em cada reconstrução	43
Tabela 6.0 -	Sensibilidades, especificidades e acurácia dos métodos, por tipos de artérias e global – grupo A (pacientes com tromboembolismo positivo)	46
Tabela 6.1 -	Resumo das concordâncias entre os dois avaliadores – dados por grupo A (pacientes com TEP Positivo) e grupo B (pacientes com TEP negativo)	50
Tabela 7.0 -	Sensibilidades, especificidades e acurácia dos métodos, por tipos de artérias e global (grupo A + grupo B = pacientes com e sem TEP)	51
Tabela 7.1 -	Resumo da concordância e do índice kappa entre os dois avaliadores - dados globais (grupo A + grupo B = pacientes com e sem TEP)	55
Tabela 8.0 -	Níveis descritivos para as comparações entre os métodos - dados globais (grupo A + grupo B = pacientes com e sem TEP) - observador 1	57
Tabela 8.1 -	Níveis descritivos para as comparações entre os métodos - dados globais (grupo A + grupo B = pacientes com e sem TEP) - observador 2	57
Tabela 8.2 -	Níveis descritivos para as comparações entre os métodos - grupo A (pacientes com tromboembolismo positivo) - observador 1	58
Tabela 8.3 -	Níveis descritivos para as comparações entre os métodos - grupo A (pacientes com tromboembolismo positivo) - observador 2	58
Tabela 9 -	Médias e desvios padrões dos números de imagens	66

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.0 -	Sensibilidades dos métodos por tipos de artérias e global – grupo A (pacientes com tromboembolismo positivo)	47
Gráfico 1.1 -	Especificidades dos métodos por tipos de artérias e global – grupo A (pacientes com tromboembolismo positivo)	48
Gráfico 1.2 -	Acurácias dos métodos por tipos de artérias e global – grupo A (pacientes com tromboembolismo positivo)	49
Gráfico 2.0 -	Sensibilidades dos métodos por tipos de artérias e global - dados globais (grupo A+ grupo B = paciente com e sem TEP)	52
Gráfico 2.1 -	Especificidades dos métodos por tipos de artérias e global - dados globais (grupo A+ grupo B = pacientes com e sem TEP)	53
Gráfico 2.2 -	Acurácias dos métodos por tipos de artérias e global - dados globais (grupo A + grupo B)	54
Gráfico 2.3 -	Concordância entre os avaliadores – dados globais (grupo A + grupo B = pacientes com e sem TEP)	56
Gráfico 3.0 -	Comparação entre as sensibilidades dos métodos para as artérias subsegmentares com os níveis de significância - observador 1 (dados gerais: pacientes com e sem TEP)	59
Gráfico 3.1 -	Comparação entre as sensibilidades dos métodos para todas as artérias com os níveis de significância - observador 1 (dados gerais: pacientes com e sem TEP)	59
Gráfico 3.2 -	Comparação entre as acurácias dos métodos para as artérias subsegmentares com os níveis de significância - observador 1 (dados gerais: pacientes com e sem TEP)	59

Gráfico 3.3 -	Comparação entre as acurácias dos métodos para todas as artérias com os níveis de significância - observador 1 (dados gerais: pacientes com e sem TEP)	60
Gráfico 3.4 -	Comparação entre as sensibilidades dos métodos para as artérias subsegmentares com os níveis de significância - observador 2 (dados gerais: pacientes com e sem TEP)	60
Gráfico 3.5 -	Comparação entre as sensibilidades dos métodos para todas as artérias com os níveis de significância - observador 2 (dados gerais: pacientes com e sem TEP)	60
Gráfico 3.6 -	Comparação entre as acurácias dos métodos para as artérias subsegmentares com os níveis de significância - observador 2 (dados gerais: pacientes com e sem TEP)	61
Gráfico 3.7 -	Comparação entre as acurácias dos métodos para todas as artérias com os níveis de significância - observador 2 (dados gerais: pacientes com e sem TEP)	61

LISTA DE ABREVIATURAS

AngioCT	Angiografia por tomografia computadorizada
Elisa	Enzyme-linked immunosorbent assay
K	Kappa
L	Artérias lobares
MIP	Projeção de intensidade máxima
MPR	Multiplanares
P	Artérias principais
P/ L	Artérias principais e lobares
PRM	Reformatação em pás de roda moinho
S	Artérias segmentares
SS	Artérias subsegmentares
TC	Tomografia computadorizada
TCMD	Tomografia computadorizada multidetectores
TEP	Tromboembolismo pulmonar
TVP	Trombose venosa profunda

RESUMO

Genu AM. *Tomografia computadorizada multidetectores na avaliação do tromboembolismo pulmonar: uso de reformatações em projeção de intensidade máxima* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2007. 94 p.

INTRODUÇÃO: Os tomógrafos multidetectores (TCMD) aumentaram a sensibilidade na detecção do tromboembolismo pulmonar (TEP). Observa-se, no entanto, um substancial aumento no número de imagens e, conseqüentemente, no tempo de análise pelo radiologista. Uma possível solução, para este problema, é a realização de reconstruções em projeção de intensidade máxima (MIP) que reduz o número de imagens para análise. Existe ainda uma nova modalidade de imagem utilizando reconstrução MIP em planos rotacionais sobre um eixo horizontal ao nível dos hilos pulmonares (reformatação em pás de roda moinho, PRM), que tem demonstrado melhor a continuidade dos ramos arteriais que irradiam dos hilos. No entanto, estudos são necessários para determinar se o uso de reformatações MIP pode reduzir o número de imagens a serem analisadas, sem perda significativa de informações, e se a adição de reformatação PRM pode melhorar o diagnóstico de TEP. **OBJETIVOS:** Testar a hipótese de que imagens utilizando reconstruções em projeção de intensidade máxima de 2,0 mm e 4,0 mm de espessura, multiplanares, têm o mesmo valor diagnóstico para detecção de TEP nas grandes e pequenas artérias pulmonares, quando comparadas a imagens multiplanares de 1 mm, realizadas em TCMD de 10 e 16 fileiras de detectores. Avaliar se há influência no valor diagnóstico de TEP o acréscimo de reformatações PRM, nas imagens reconstruídas em MIP de 2 mm. **CASUÍSTICA E MÉTODOS:** Cinquenta pacientes com suspeita diagnóstica de TEP (30 com TEP positivo e 20 com TEP negativo, detectados no exame tomográfico), realizaram tomografia computadorizada do tórax para avaliação das artérias pulmonares em TCMD com 16 e 10 fileiras de detectores (120 kV, 200 mAs e 1 mm de colimação). Cada exame foi reconstruído em 4 tipos de séries de imagens multiplanares: imagens multiplanares (MPR) de 1 mm e 3 tipos de reconstrução MIP, com espessuras de 2 mm, 4 mm e 2 mm acrescidas de reformatação PRM. Dois observadores avaliaram, independentemente, em estação de trabalho, a presença ou ausência de êmbolos nas artérias principais, lobares, segmentares e subsegmentares dos 50 pacientes em cada uma das reconstruções MIP, as quais foram comparadas usando-se a reformatação MPR de 1 mm como padrão de referência. **RESULTADOS:** As reconstruções MIP de 2 mm tiveram melhor acurácia, estatisticamente significativa, em relação a MIP de 4 mm, com valores de sensibilidade 100,0 e 100,0 para as artérias principais e lobares; 92,6 e 85,5 para as segmentares e 94,3 e 86,8 para as subsegmentares. Utilizando as imagens multiplanares de 1 mm como referência padrão. Todos pacientes com TEP foram detectados com imagens em MIP de 2 mm. Dois pacientes com TEP não foram diagnosticados com imagens em MIP de 4 mm. Não houve diferença estatisticamente significativa entre a reformatação MIP de 2 mm e 2 mm + PRM na detecção de êmbolos. **CONCLUSÃO:** Com um número de imagens equivalente a metade da reconstrução MPR de 1 mm, a reconstrução em MIP de 2 mm conseguiu detectar todos os pacientes com TEP positivo que foram diagnosticados pelas imagens multiplanares de 1 mm, com sensibilidade de 100,0 e 100,0 nas artérias principais e lobares, de 92,6 e 85,5 para as artérias segmentares e 94,3 e 86,8 para as artérias subsegmentares. O acréscimo de reformatações PRM às imagens em MIP de 2 mm não aumentou a acurácia na detecção de êmbolos, mas melhorou a visualização da continuidade dos êmbolos, principalmente, nas artérias centrais.

DESCRIPTORIOS: 1.Tomografia computadorizada espiral 2.Angiografia 3.Embolismo pulmonar 4.Pulmão 5.Arterias 6.Tomógrafos computadorizados

SUMMARY

Genu AM. *Multidetector computed tomography in the evaluation of the pulmonary embolism: use of the maximum intensity projection reconstructions* [thesis]. São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo"; 2007. 94 p.

INTRODUCTION: Multidetector computed tomography (MDCT) has been making possible the increase of the sensibility in the detection of the pulmonary embolism (PE). It is observed, however, that there is a substantial increase in the number of images and, consequently, in the time of analysis for the radiologist. A possible solution to this problem is accomplishing a maximum intensity projection reconstruction (MIP) that reduces the number of images for analysis. Still, there is a new image modality using MIP reconstructions in rotational plans that pivot on a central horizontal axis between the lung hila (paddlewheel reformations, PDW). It provides a continuous display of branching arteries that radiate from both hila. However, studies are necessary to determine if the use of multiplan MIP reformation can reduce the number of images to be analyzed, without significant loss of information; and, if the addition of PDW reformation can improve the diagnosis of PE. **OBJECTIVE:** To test the hypothesis that images using maximum intensity projection reconstructions of 2,0 mm and 4,0 mm of thickness, multiplan, have the same diagnosis value for detection of pulmonary embolism in the big and small pulmonary arteries, when compared to multiplan images of 1 mm collimation, accomplished in 16 and 10 slice MDTC; and to evaluate if there is influence on the diagnosis value of PE the increment of PDW reformation, in the images rebuilt in MIP of 2 mm. **CASUISTIC AND METHODS:** Fifty patients suspected of having an acute PE (30 with positive PE and 20 with negative PE, detected during the tomography exam) accomplished computerized tomography of the thorax for evaluation of the pulmonary arteries by 16 and 10 slice MDTC (120 kV, 200 mAs and 1 mm collimation). Four kind of images series (1 mm thick multiplan images and 3 kinds of reconstructed images using the MIP technique with slab thicknesses of 2 mm, 4 mm and 2 mm added of PDW reformation) were obtained from each exam. Two observers independently evaluated, in work station, the presence or absence of emboli in the main and lobar, segmental and subsegmental arteries in the 50 patients in each one of the reconstructions in MIP, which they were compared using the reformation of 1 mm of thickness as reference pattern. **RESULTS:** The reconstructions in MIP of 2 mm had better accuracy than MIP of 4 mm, statistically significant with values of sensibility 100,0 and 100,0 for the main and lobar pulmonary arteries; 92,6 and 85,5 for the segmental and 94,3 and 86,8 for the subsegmental. The images in MPR of 1 mm were used as a reference pattern. All patients with PE were detected with images in MIP of 2 mm; two patients with PE were not diagnosed with images in MIP of 4 mm. There was not difference statisticament significant among reformation in MIP of 2 mm and 2 mm plus PDW in the detection of emboli. **CONCLUSION:** Reconstruction in MIP of 2 mm reduced the number of images for the half and it detected all patients with positive PE that were diagnosed by the multiplans images of 1 mm, with sensibility of 100,0 and 100,0 in the main and lobar arteries, of 92,6 and 85,5 and 79,2 for the segmental arteries and 94,3 and 86,8 for the subsegmental arteries. The increment of PDW reformation to the images in MIP of 2 mm didn't increase the accuracy in the detection of emboli, but it improved the visualization of the continuity of the emboli, mainly, in the central arteries.

DESCRIPTORS: 1.Computed tomography spiral 2.Angiography 3.Pulmonary embolism 4.Lung 5.Arteries 6.Tomography scanners, x-ray computed

1 INTRODUÇÃO

Tromboembolismo pulmonar (TEP) é o estado clínico e patológico resultante quando parte do suprimento sangüíneo do pulmão é interrompido pela obstrução dos seus vasos nutridores. Este termo é preferível ao de embolismo pulmonar, uma vez que a oclusão da artéria pulmonar pode resultar tanto de trombose como de embolismo (Fraser, 1999).

Tromboembolismo Pulmonar é considerado a terceira doença cardiovascular aguda mais comum depois da doença cardíaca isquêmica e infarto (van Beek et al., 1997). Estudos também sugerem ser a terceira causa de morte mais freqüente nos Estados Unidos, tendo uma incidência anual que varia de 23 a 100 casos por 100.000 habitantes, dependendo da região do estudo e da existência ou não de centro de referência na área estudada (Fraser, 1999), com uma taxa de mortalidade esperada em um ano de 19% (Piccioli et al., 1996).

A presença de trombo no interior dos vasos pulmonares resulta, na maioria das vezes, de embolização. No entanto, a trombose “in situ” é uma etiologia que deve ser considerada. A principal causa de trombose “in situ” é a pneumonia infecciosa, na qual o dano vascular ocorre adjacente ao foco da lesão ativa do parênquima pulmonar. Outra causa freqüente é neoplasia primária ou metastática, menos freqüentemente encontramos vasculite imunomediada, trauma e anemia falciforme. Doenças pulmonares ou cardíacas têm sido também associadas a trombos intravasculares, tais como: enfisema, pneumoconioses e estenose mitral. Contudo, tromboembolismo

pulmonar ocorre com tal freqüência nessas doenças que é difícil estimar a verdadeira incidência da trombose “in situ”. Generalizando, trombose arterial “in situ” deve ser suspeitada se existe doença do parênquima adjacente ou vasculite associada. Se não existe, usualmente, considera-se a presença de trombos nos vasos pulmonares como tromboembolismo (Fraser, 1999).

Tromboembolismo pulmonar e trombose venosa profunda são manifestações clínicas diferentes de uma mesma entidade: a doença tromboembólica venosa. Sua patogênese começa com o desenvolvimento da trombose venosa profunda, a qual freqüentemente origina-se a partir do sistema venoso profundo dos membros inferiores, menos freqüentemente das veias pélvicas, veia cava inferior, átrio e ventrículo direito. Os coágulos destacam-se do seu ponto de origem e embolizam para os pulmões (Washington et al., 2002). De fato, mais de 90% do tromboembolismo pulmonar se originam dos membros inferiores (Fraser, 1999). Fatores de risco para o desenvolvimento de trombose venosa profunda incluem estados de hipercoagulabilidade, imobilidade e injúria venosa, tais como: cirurgias, doenças malignas, condições obstétricas e uso de medicações (Washington et al., 2002; Fraser, 1999).

Tromboembolismo pulmonar é responsável por 5 a 10% de todas as mortes hospitalares (Nordström e Lindblad, 1998; Dalen e Alpert, 1975). Quando não tratado, está associado a um risco de mortalidade elevado, que cai consideravelmente quando diagnosticado e tratado adequadamente (30%, para 8%) (Dalen e Alpert, 1975; Carson et al., 1992). Dessa forma, um diagnóstico acurado assume uma importância crítica (Dalen e Alpert, 1975;

Carson et al., 1992). Como os achados clínicos, sinais e sintomas e testes laboratoriais são frequentemente inespecíficos, os métodos de imagem são uma parte significativa na avaliação do paciente com suspeita de tromboembolismo pulmonar (Herold, 2002).

1.1 AVALIAÇÃO CLÍNICA E O USO DO D-DÍMERO

O diagnóstico ou exclusão de tromboembolismo pulmonar é difícil porque as manifestações clínicas são inespecíficas (Kearon e Hissh, 1995). Menos de 30 % dos pacientes, com sinais e sintomas de tromboembolismo pulmonar, têm a doença confirmada por testes objetivos (PIOPED, 1990; Stein et al., 1993).

Avaliação clínica tem sido usada para estratificar os pacientes com suspeita de tromboembolismo pulmonar nas categorias de baixa, intermediária ou alta probabilidade clínica. Três grupos de pesquisa têm publicado regras para determinar a probabilidade clínica do tromboembolismo pulmonar. Wells et al (1998) usaram a avaliação de sinais e sintomas clínicos, presença de diagnóstico alternativo que justifique a apresentação do paciente e a presença de fatores de risco para trombose venosa profunda para categorizar o paciente em baixa, intermediária ou alta probabilidade clínica de tromboembolismo pulmonar. O grupo Pisa-PED usou a avaliação de sintomas, raios-X de tórax e achados eletrocardiográficos para dividir os pacientes nas categorias de alta probabilidade e baixa probabilidade (Miniati et al., 1999). De dois estudos realizados por Perrier e

colaboradores derivou um sistema de “score” que incluía oito variáveis, dentre elas variáveis clínicas, medidas de gases sanguíneos ou raios-X de tórax classificando também os pacientes em baixa, intermediária e alta probabilidade, o qual alcançou resultados semelhantes aos precedentes que utilizaram avaliação empírica (Wicki et al., 2001).

Convém observar que modelos de padronização clínica de tromboembolismo pulmonar podem ter um baixo valor preditivo, devido às diferenças entre os centros e às características dos pacientes que podem influenciar nos valores discriminatórios das variáveis clínicas (Wicki et al., 2001; Sanson et al., 2002). Existe, no entanto, uma boa evidência que a avaliação clínica pode estratificar a probabilidade dos pacientes terem TEP, com prevalência esperada menor que 10% para baixa probabilidade clínica, cerca de 25% para probabilidade intermediária e maior que 60% em grupo de alta probabilidade (Kearon, 2003; PIOPED II, 2007). Mesmo com o uso da avaliação clínica e com algoritmos estruturados para alcançar esta estratificação, em 3% a 28 % dos pacientes, com baixa probabilidade clínica para TEP, ocorre confirmação subsequente da presença de TEP. (PIOPED, 1990; Ginsberg et al., 1998).

A medida da concentração plasmática do D-dímero, produto da degradação da fibrina, tem sido utilizada no auxílio diagnóstico do tromboembolismo pulmonar. Ele funciona como um marcador circulante da presença de trombo endovascular (Clinical Policy, 2003). Contudo, como a elevação do D-dímero não é específica (aumenta com a idade, inflamação, câncer, etc) um resultado anormal tem um baixo valor preditivo positivo (Lee

e Ginsberg, 1998), uma baixa especificidade e uma alta frequência de resultado falso positivo (Perrier et al., 1999). O D-dímero apresenta um alto valor preditivo negativo. Sendo assim, o resultado do D-dímero negativo pode ajudar a excluir tromboembolismo pulmonar (Perrier et al. 1999). Para o teste do D-dímero excluir o TEP é necessário correlacioná-lo com o pré-teste de probabilidade clínica.

Existe uma ampla variedade de testes de D-dímero não adequados para o diagnóstico de TEP, devido a pouca acurácia (Lee e Gisberg, 1998). Isto é importante porque para cada 2% de decréscimo na sensibilidade, 1 em cada 1000 pacientes estudados morrerá por tromboembolismo recorrente como resultante de terapia de anticoagulação inapropriada (van Beek et al., 1996). Dentre os tipos de teste de D-dímero, existem os testes de moderada sensibilidade (teste sanguíneos qualitativos do D-dímero) que não têm um valor preditivo negativo suficiente para afastar TEP (sensibilidade de 85% e especificidade de 70%) (Wels et al., 2001; Kline et al., 2001), necessitando ser associado a outros meios de avaliação para identificar pacientes com baixa probabilidade de TEP. Existem os testes de D-dímero de alta sensibilidade, sendo estes adequados para a exclusão de TEP. O ELISA quantitativo rápido, com sensibilidade de 95% e uma taxa de valor preditivo negativo de 0,07 (Kline et al., 2002), tem se mostrado de maior aplicabilidade clínica, dentre os vários testes de D-dímero (PIOPED II, 2007). Apesar de este teste ter baixa especificidade (40%) e alta frequência de falso positivo (53%), o que reduz suas possibilidades de uso clínico (Perrier et al., 1999), apresenta alto valor preditivo negativo. Estudos têm demonstrado que

valores normais de D-dímero, no teste ELISA quantitativo rápido, associados a baixos pré-testes de probabilidade clínica de tromboembolismo pulmonar, os quais variam de 4 a 15 %, são capazes de excluir TEP com probabilidade de embolismo pulmonar variando de 0,7% a 2%; não sendo necessário realizar outros testes ou exames (Clinical Policy, 2003; Perrier et al., 1999, Stein et al 2004; PIOPED II, 2007). Para as demais estratificações clínicas ou teste de D-dímero positivo, é necessário seguir a investigação propedêutica, sendo a tomografia computadorizada uma boa opção para tanto (Clinical Policy, 2003; Kearon 2003; PIOPED II, 2006).

1.2 COMPARANDO TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA COM OUTROS MÉTODOS

1.2.1 Tomografia x cintilografia

A cintilografia pulmonar ventilação-perfusão era usada inicialmente nos pacientes com suspeita clínica de TEP. Resultados do estudo PIOPED (1990) (Investigação prospectiva do diagnóstico de embolismo pulmonar) mostraram que a cintilografia com normal ou baixa probabilidade, quando associada à baixa suspeita clínica, praticamente exclui o diagnóstico, com apenas 4% de prevalência de TEP; enquanto a cintilografia com alta probabilidade, em conjunto com a alta suspeita clínica, confirma o diagnóstico, estando associado a 96% de TEP. Infelizmente, aproximadamente, três quartos dos pacientes não se enquadram nesta categoria e a presença ou ausência de TEP permanece incerta (PIOPED

1990; Gurney, 1993; Goodman et al., 1995). Menos de 50% desses pacientes, com resultado indeterminado, realizam angiografia e a prevalência de TEP neste grupo é alta, variando de 30 a 50% (Sostman et al., 1982).

Sendo assim, o uso da medicina nuclear, como primeiro estudo no algoritmo diagnóstico para TEP, está em declínio (Schibany et al., 2001), devido à alta percentagem de estudos indeterminados (73% dos estudos realizados) (PIOPED, 1990) e pobre correlação interobservador (Blachere et al., 2000).

A revisão dos critérios para interpretação dos exames de ventilação perfusão (Stein et al., 1996; Stein e Gottschalk, 2000) e a nova tecnologia em medicina nuclear tal como a tomografia computadorizada com emissão de fóton único (SPECT) (Palmer et al., 2001; Bajc., 2002) podem ajudar a reduzir a taxa de estudos cintilográficos indeterminados, mas não podem compensar a limitação inerente a um teste de imagem funcional (Garg et al., 1998), além de não ser uma técnica amplamente disponível.

A introdução da tomografia computadorizada helicoidal tem modificado consideravelmente a abordagem do tromboembolismo pulmonar e sua acurácia tem progredido em conjunto com os avanços tecnológicos no decorrer dos últimos dez anos (Remy-Jardin et al., 2002; Ghaye et al., 2002; Schoepf e Costello, 2004).

Vários aspectos fazem a tomografia computadorizada mais atrativa que a cintilografia como primeiro procedimento de imagem para pacientes com suspeita de tromboembolismo pulmonar. A especificidade é alta (90 a

100%), quando comparada com cintilografia (quando indeterminada resulta em especificidade tão baixa quanto 10%, embora seja acima de 95%, quando alta probabilidade). A sensibilidade da TC é alta para êmbolos pulmonares centrais, os quais têm maior importância clínica (83 a 100%) (Mayo et al., 1997, Remy-Jardin et al., 2000; van Rossum et al., 1996; Remy-Jardin. et al., 1996), enquanto a cintilografia de alta probabilidade tem sensibilidade de 41%, segundo o estudo PIOPED (1990).

A tomografia também tem a concordância interobservador mais alta que a cintilografia ($k=0.72$ contra $k=0.22$) (Blachere et al., 2000). A tomografia pode identificar causas alternativas para a apresentação clínica do paciente (Hull et al., 1994), ou ainda avaliar a presença de trombose venosa profunda associada (Loud et al., 2000), o que não é possível com a cintilografia.

1.2.2 Tomografia computadorizada x angiografia pulmonar invasiva

A angiografia pulmonar convencional, apesar de ser considerada por alguns, como a técnica padrão ouro para o diagnóstico de TEP, não é realizada freqüentemente, sendo realizada em apenas cerca de 7% dos pacientes com suspeita de TEP em grandes centros hospitalares (Prólogo JD e Glauser, 2002; Saro 1999). É um procedimento invasivo e com alto custo (Remy-Jardin et al., 1996). Embora a incidência de complicações com a técnica contemporânea seja baixa com 4 a 6% de risco de morbidade e 0,2 a 0,5% de risco de mortalidade (Stein et al., 1992; Mills et al., 1980), estudos

têm demonstrado que os médicos são relutantes em pedir angiografia pulmonar, mesmo quando ela é apropriada (Henschke et al 1995). A tomografia computadorizada é menos invasiva, tem menor custo, e seu uso pode ser mais aceitável para os médicos (Remy-Jardin et al., 1992).

Existem estudos demonstrando que o desempenho da tomografia é similar a da angiografia invasiva para o diagnóstico de êmbolos pulmonares periféricos e outros ilustram a limitação da angiografia invasiva devido à sua baixa concordância interobservador: Um recente estudo, utilizando espécimes animais (porcos), comparou o desempenho da detecção de êmbolos pulmonares da angiografia pulmonar invasiva com o da tomografia computadorizada com cortes finos, utilizando um estudo padrão ouro independente, onde os êmbolos foram identificados e localizados após o sacrifício dos animais. Este estudo concluiu que a angiografia e a tomografia se equiparam em relação à detecção de êmbolos pulmonares periféricos, demonstrando o bom desempenho da tomografia helicoidal com cortes finos na detecção de pequenos êmbolos pulmonares (Baile et al., 2000)

Duas análises recentes de taxa de concordância interobservador para detecção de êmbolos subsegmentares com angiografia pulmonar seletiva variou de 45 a 66 % (Diffin et al., 1998; Stein et al., 1999), o que foi considerado insatisfatório pelos autores dos dois trabalhos. Devido a esta limitação, o uso desse método como modalidade de imagem de escolha e ferramenta objetiva na verificação de achados referentes à presença de tromboembolismo parece questionável e o “status” da angiografia pulmonar como padrão ouro de referência para o diagnóstico de TEP está em dúvida

(Diffin et al., 1998; Stein et al., 1999). Estudos recentes de concordância interobservador com tomógrafos multidetectores têm demonstrado valores entre 73% a 89% para artérias subsegmentares (Schoepf et al., 2002; Jeong et al., 2004), os quais são muito superiores aos observados na angiografia.

1.2.3 Tomografia x Ressonância magnética

A ressonância magnética permite a visualização direta do êmbolo pulmonar, assim como a tomografia e tem a vantagem de não usar radiação e o contraste ter muito menos nefrotoxicidade e efeitos adversos, no entanto, tem maior custo e menor disponibilidade.

Estudos têm avaliado a angiografia por ressonância magnética com contraste para o diagnóstico de tromboembolismo pulmonar agudo (Meaney et al., 1997; Oudkerk et al., 2002), no entanto esta modalidade de exame é menos disponível, apresenta um tempo de exame extenso, torna difícil a monitorização e impossibilita à realização em pacientes monitorizados e em respirador, por isso seu uso não é disseminado em pacientes graves (Schoepf et al., 2004). Observa-se ainda que os protocolos de aquisição disponíveis atualmente para angiografia pulmonar por ressonância carecem de resolução espacial suficiente para avaliação de artérias pulmonares periféricas (Oudkerk et al., 2002).

1.3 OUTRAS VANTAGENS DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

Uma vantagem importante da TC é poder avaliar tanto o mediastino quanto o parênquima pulmonar. Estudos têm demonstrado que dois terços dos pacientes, com suspeita clínica inicial de tromboembolismo, recebem outro diagnóstico, incluindo algumas doenças com potencial risco de vida, tais como dissecação de aorta, pneumonia, câncer de pulmão e pneumotórax (van Rossum et al., 1998a). A maioria desses diagnósticos é susceptível a ser demonstrada pela TC e, em muitos casos, a origem específica dos sintomas do paciente e um diagnóstico adicional importante podem ser estabelecidos (Garg et al., 1998).

Uma outra vantagem importante da TC, em relação a outras modalidades de imagem, é a visualização direta do trombo no interior das artérias pulmonares (Gurney, 1993). A visualização direta do trombo pode inclusive ser demonstrada com reconstruções multiplanares anatômicas, facilitando a identificação pelos médicos solicitantes e ainda permite acompanhar a involução do trombo, através da realização de exames tomográficos de segmento (van Rossum et al., 1998b)

A tomografia computadorizada é um método disponível na maioria dos hospitais, possibilitando a realização do exame mesmo em pacientes monitorizados e não cooperativos.

1.4 O AVANÇO TECNOLÓGICO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

O primeiro avanço no desenvolvimento da arteriografia pulmonar por tomografia computadorizada (AngioCT), foi em 1992 quando Remy-Jardin publicou o primeiro estudo randomizado e prospectivo com tomógrafo helicoidal para avaliar êmbolo pulmonar, não apenas como um método adjunto da cintilografia, mas como uma técnica competitiva. Com o tomógrafo helicoidal, tornou-se possível visualizar as artérias pulmonares centrais, as quais se estendem desde o tronco da pulmonar até os ramos segmentares, ou seja, até a quarta ordem de ramificação das artérias pulmonares (Remy-Jardin et al., 1996; Remy-Jardin et al., 1992; van Rossum et al., 1996).

Loud et al, em 1998 publicaram um artigo relatando que a tomografia computadorizada deveria ser usada para avaliação de trombose venosa profunda, logo após a realização da AngioCT do tórax, sem nenhum acréscimo de contraste adicional. Esta técnica foi chamada de venografia indireta por tomografia computadorizada. Assim a tomografia tornou-se um método simples, prático e clinicamente disponível para avaliar tanto tromboembolismo pulmonar quanto trombose venosa profunda (Loud et al., 1988).

Em princípio, a AngioCT oferece excelentes resultados para a detecção de êmbolos localizados nas artérias pulmonares principais, lobares e segmentares, sendo o seu papel no diagnóstico de tromboembolismo pulmonar nestas artérias bem estabelecido, (Goodman et al., 1995, Remy-

Jardin et al., 1999, Remy-Jardin et al., 1996; Remy-Jardin et al., 1992; van Rossum et al., 1996), com estudos relatando sensibilidade em torno de 90% a 97% (Goodman et al., 1995, Mayo et al., 1997, Remy-Jardin et al., 2000; Quanadli et al., 2000; van Rossum et al., 1996; Remy-Jardin et al., 1996). A maioria das discrepâncias na sensibilidade do CT helicoidal envolve a categorização de pequenos êmbolos subsegmentares, (Goodman et al., 1995; Remy-Jardin et al., 1999, Remy-Jardin et al., 1996; Remy-Jardin et al., 1992), que correspondem de 6 a 30% de todos os êmbolos pulmonares (PIOPED, 1990; Oser et al., 1996; Goodman et al., 1995) e são de significância clínica incerta (Gurney, 1993). Controvérsia também existe sobre se o tratamento de pequenos êmbolos, uma vez detectados, resulta em melhora clínica para o paciente (Goodman et al., 2000; Oser et al., 1996; Gurney, 1993, Remy-Jardin et al., 1996), pois parece que pequenos êmbolos são relativamente comuns e não causam sintomas significativos em pessoas saudáveis (Goodman et al., 2000). No entanto, em pacientes com reserva cardiopulmonar limitada, eles podem ter importância (Goodman et al., 2000; Oser et al., 1996; Gurney, 1993). A carga de pequenos êmbolos pode ainda ter relevância para o desenvolvimento de hipertensão pulmonar em pacientes com doença embólica crônica (Oser et al., 1996). Também é conhecido que a presença de êmbolo periférico é um importante indicador de trombose venosa profunda e assim potencialmente anuncia um evento embólico mais severo (Hull et al., 1994; Oser et al., 1996; Patriquin et al., 1998). O tratamento de trombos subsegmentares parece melhorar o desfecho clínico de pacientes com história de doença respiratória (Remy-Jardin et al., 1996).

Diante destes fatos, a preocupação em melhorar a detecção de tromboembolismo pulmonar subsegmentar parece justificável.

O principal impedimento para a aceitação da tomografia computadorizada, como modalidade de escolha, para o diagnóstico de tromboembolismo pulmonar agudo, tem sido a limitação dessa modalidade para a detecção acurada de pequenos êmbolos pulmonares periféricos (Goodman et al., 1995; Remy-Jardin et al., 1999; Remy-Jardin et al., 1996; Remy-Jardin et al., 1992). Limitação que vem sendo superada pelo desenvolvimento da tecnologia da tomografia computadorizada.

Tem sido demonstrado, que mesmo com tomógrafo helicoidal convencional, o uso de técnica de subsegundo e alto pitch (velocidade da mesa por rotação dividida pela colimação), associado ao uso de finas colimações, pode promover uma visualização melhor das artérias segmentares. Remy-Jardin et al. (1997) demonstraram que o uso de espessura de corte de 2 mm teve melhor visualização dessas artérias que espessura de corte de 3 mm, por causa da redução do efeito de volume parcial e melhora na análise de pequenos vasos permitida pelos cortes finos. Todavia, com o uso de tomógrafos helicoidais convencionais, a extensão de volume que pode ser coberta com 2 ou 3 mm de colimação em uma apnéia é limitada (Remy-Jardin et al., 1997).

Em 2000 surgiram os equipamentos de tomografia helicoidal com múltiplas fileiras de detectores (TCMD), capazes de obter aquisições volumétricas dos dados em um tempo muito mais curto e espessuras de corte menores que os tomógrafos helicoidais comuns. Isto ocorre devido ao

aumento do número de detectores e da velocidade do “gantry”, tornando os tomógrafos multidetectores mais rápidos que os tomógrafos helicoidais convencionais (Raptopoulos e Boisselle, 2001). Esta técnica ainda permite a realização de pequenas colimações que reduzem o efeito de volume parcial e aumentam a resolução espacial da imagem. Em uma única apnéia inspiratória grande parte do corpo pode ser estudada sem perda na qualidade da imagem (Rydborg et al., 2000; Hu et al., 2000). Os benefícios dessa nova técnica são consideráveis, incluindo melhor resolução temporal, espacial, redução do ruído da imagem, uso mais eficiente do tubo de raios-X, aumento na concentração do material de contraste intravascular e maior cobertura anatômica (Rydborg et al., 2000).

A TCMD com sua alta velocidade de aquisição permite a cobertura de grandes volumes corporais e realização de estreitas colimações, com conseqüente aumento da resolução da imagem, possibilitando o estudo das pequenas artérias periféricas pulmonares. Estudos recentes têm demonstrado que o tomógrafo multidetector possibilita a avaliação de artérias pulmonares periféricas além da quinta ordem (Remy-Jardin et al., 2002; Ghaye et al. 2001; Patel et al., 2003; Schoepf et al., 2002). Sendo assim, este é um método diagnóstico bastante promissor para o estudo do tromboembolismo pulmonar, incluindo o subsegmentar. Patel et al 2003 identificaram 71% - 78% das artérias subsegmentares no seu estudo com imagens axiais de 1,25 mm de colimação em TCMD com 4 fileiras de detectores, enquanto Ghaye et al (2001), sob as mesmas condições, identificaram 94% das artérias subsegmentares, excluindo os pacientes em

que o contraste não estava ótimo ou aqueles que apresentavam doença pleuroparenquimatosa. Provavelmente, a vantagem mais importante é o aumento da detecção de pequenos êmbolos periféricos. Este aumento, na taxa de detecção, parece ser devido à redução do efeito de volume parcial e análise acurada de vasos progressivamente menores pelo uso de secções finas.

O curto tempo de apnéia também tem demonstrado beneficiar a imagem de pacientes com suspeita de tromboembolismo e com doença pulmonar de base por reduzir o número de estudos angiográficos pulmonares por CT não diagnósticos (Remy-Jardin et al., 2002).

Com o objetivo de determinar se a TCMD pode confirmar ou excluir o diagnóstico de TEP com credibilidade, foi realizado entre 2001 e 2003 um estudo prospectivo multicêntrico, para investigação do diagnóstico de tromboembolismo pulmonar (PIOPED II, 2006). Após avaliar 824 pacientes, este estudo concluiu que a TCMD tem alta sensibilidade sozinha (83%) ou associada à venografia indireta por TC dos membros inferiores (90%) para a detecção de TEP e alta especificidade (95% em ambos). E ainda que, resultados positivos na TCMD em combinação com probabilidade clínica alta ou intermediária para TEP ou achados normais na TCMD com probabilidade clínica baixa, tem um valor preditivo positivo e negativo de 92 e 96%. Sendo estes valores consistentes com aqueles considerados adequados para confirmar ou excluir o diagnóstico de TEP.

1.5 REFORMATAÇÕES EM PROJEÇÃO DE INTENSIDADE MÁXIMA (MIP) E EM PÁS DE RODA MOINHO (PRM)

A utilização dos tomógrafos multidetectores, com suas espessuras de colimações reduzidas, apesar de melhorar nossa capacidade diagnóstica, aumenta substancialmente o número de imagens e, conseqüentemente, o tempo de análise das mesmas pelo radiologista na estação de trabalho. O número total de imagens resultantes de aquisições de TC helicoidais varia de 100 a 200 usando tomógrafos com um único detector e de 500 a 1000 usando tomógrafos multidetectores (Remy-Jardin et al., 2003). Uma possível solução para este problema é a realização de reconstruções em projeção de intensidade máxima (MIP) que reduz o número de imagens para análise. A projeção de intensidade máxima é uma técnica tridimensional que projeta, na imagem final, o objeto de maior densidade encontrado em uma pilha de imagens axiais pré-selecionadas. As principais vantagens das reconstruções MIP são melhor diferenciação entre vasos e nódulos, pois as estruturas vasculares aparecem mais claramente tubulares, preserva a resolução das imagens originais transaxiais e, como já foi assinalado, reduz o número de imagens a serem avaliadas (Caulboun et al., 1999; Gruden et al., 2002) (Figura 2). Esta técnica tem como desvantagem a perda de algumas informações, uma vez que apenas os objetos mais densos da pilha de imagens axiais são projetados na imagem final (Caulboun et al., 1999; Gruden et al., 2002). Contudo, Jeong et al. (2004), após compararem imagens axiais de 1,25 mm com reconstruções utilizando a técnica MIP de 2,5 mm, 5 mm e 10 mm, demonstraram que não há diferença significativa

entre imagens axiais de 1,25 mm de espessura e imagens MIP de 2,5 mm na visualização das pequenas artérias pulmonares, usando TCMD de 16 fileiras de detectores. Resta saber se a detecção de tromboembolismo nas artérias segmentares e subsegmentares também é comparável com esta técnica.

Recentemente surgiu uma nova modalidade de imagem, utilizando reconstrução MIP, na qual os planos de corte são colocados em uma distribuição rotacional, onde o pivô central é um eixo horizontal entre os hilos pulmonares. Nesta reformatação, os planos de visualização giram ao redor dos hilos pulmonares como se fossem pás de uma roda de moinho, demonstrando melhor a continuidade dos ramos arteriais que irradiam dos hilos (reformatação em pás de roda moinho - Figuras 3, 4 e 5).

Chiang et al (2003) compararam imagens axiais de 2,5 mm com imagens utilizando reconstrução em pás de roda moinho de 5 mm, 7,5 mm e 15 mm em pacientes com tromboembolismo pulmonar multilobar e concluíram que não havia diferença significativa na detecção de tromboembolismo entre as imagens axiais obtidas com colimação de 2,5 mm e as obtidas com reformatação em pás de roda moinho de 5 mm de espessura. Entretanto, Chiang et al (2003) utilizaram um número pequeno de pacientes em seu estudo e não incluíram a avaliação das artérias subsegmentares. Estudos são necessários para determinar se este método é confiável para detecção de TEP em um número maior de pacientes e também para detectar êmbolos subsegmentares.

Estudos também têm demonstrado que reformatações multiplanares podem excluir TEP com confiança nos casos em que o exame tomográfico

não é conclusivo e ainda melhora a análise da extensão da doença tromboembólica (Remy-Jardin et al., 1995).

Espera-se que o uso de reformatações multiplanares com MIP possa reduzir o número de imagens a serem analisadas, sem perda significativa de informações e que a adição de reformatações em pás de roda moinho possa acrescentar informações para o diagnóstico de tromboembolismo pulmonar, principalmente, nas pequenas artérias pulmonares.

2 OBJETIVOS

1. Testar a hipótese de que imagens utilizando reconstruções em projeção de intensidade máxima de 2,0 e 4,0 mm de espessura multiplanares (axial, coronal e sagital) têm o mesmo valor diagnóstico para detecção de tromboembolismo pulmonar nas artérias pulmonares e nas pequenas artérias segmentares e subsegmentares, quando comparadas a imagens multiplanares de 1 mm de colimação, realizadas em tomógrafos multidetectores.
2. Verificar se a inclusão de reformatações em pás de roda moinho tem influência no valor diagnóstico de TEP.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 PACIENTES

Um total de 236 pacientes foram encaminhados ao Serviço de Tomografia Computadorizada do Instituto de Radiologia do HC-FMUSP, de maio de 2004 a outubro de 2005, com suspeita de tromboembolismo pulmonar, provenientes dos diversos setores do Hospital (enfermarias, pronto socorro e unidades de terapia intensiva). Destes pacientes, trinta pacientes consecutivos com exames tomográficos positivos para tromboembolismo pulmonar (grupo A) e vinte pacientes consecutivos com exame tomográfico negativo para tromboembolismo pulmonar (grupo B) participaram do estudo.

Dos cinquenta pacientes que participaram do estudo 26 eram mulheres e 24 eram homens com uma média de idade de 49 ± 29 anos, variando entre 20 a 78 anos (no grupo A 14 eram mulheres e 16 homens com idade variando de 20 a 78 anos e no grupo B 12 eram mulheres e 8 homens com idade variando de 29 a 76 anos).

Cada paciente ou responsável legal foi informado sobre como seria realizado o exame. Uma vez assinado o termo de consentimento pós-informações, o paciente foi encaminhado para a sala de tomografia computadorizada onde realizou o exame.

O número de 50 pacientes foi escolhido baseando-se nos últimos estudos realizados sobre o tema, de 2001 a 2006, os quais utilizaram um

número de paciente que variou de 29 a 62, média de 55 pacientes (Heuschmid et al, 2006; Jeong et al, 2004; Patel et al, 2003; Ghaye et al, 2001)

3.1.1 Critérios de exclusão

Dos 236 pacientes, com suspeita clínica de TEP, que realizaram a tomografia computadorizada do tórax, 44 tinham TEP e 192 não tinham TEP detectados pela TC. Quatorze pacientes com TEP positivo foram excluídos do estudo. Todos eles tinham TEP extenso em artérias pulmonares centrais diagnosticado pela TC, no entanto, os artefatos de movimentação respiratória impossibilitaram a avaliação adequada das artérias segmentares e subsegmentares. Sendo assim, tínhamos inicialmente sessenta e quatro pacientes, dentre os quais quatorze foram excluídos, restando os cinqüenta pacientes que participaram do estudo. Dos 192 pacientes sem TEP foram incluídos no estudo os 20 primeiros exames negativos consecutivos, sendo que 84 deles não foram incluídos pelas diversas razões descritas na tabela 1 e 88 deles não foram incluídos no estudo porque o número escolhido, de 20 exames negativos, já havia sido completado.

Tabela 1 - Motivos para exclusão de pacientes sem TEP

	Nº de pacientes
Exames com artefatos respiratórios, gerando Imagens tremidas nos lobos inferiores, impossibilitando a avaliação das artérias segmentares e subsegmentares dos lobos inferiores	15
Massa hilar comprometendo uma das artérias pulmonares	12
Mediastinite fibrosante com distorção das artérias pulmonares	2
Derrame extenso com atelectasia compressiva dos lobos inferiores	17
Volumosa bolha de enfisema ocupando quase todo um pulmão	1
Fibrose pulmonar terminal com distorção do parênquima e vasos pulmonares	3
Pleura maligna com distorção de um dos pulmões e seus vasos	1
Variação anatômica importante dos vasos pulmonares	3
Paciente muito grave com doença em fase terminal, pois impossibilitaria o segmento de 3 meses	7
Pacientes com hipertensão pulmonar com artérias pulmonares dilatadas e tortuosas	6
Paciente sem um dos pulmões	2
Pacientes com filtro de veia cava, impossibilitando o segmento de 3 meses	2
Pacientes que usariam anticoagulante por TVP ou doença cardíaca, impossibilitando segmento de 3 meses	8
Exames realizados com técnica diferente do protocolo do estudo	11
Defeito no CD	3
TOTAL	84

3.2 CRITÉRIOS DE VALIDAÇÃO DO DIAGNÓSTICO DE TEP

Com relação ao diagnóstico de TEP, foram usados os mesmos critérios de validação utilizados por Remy-Jardin et al. (2002):

- 1) A presença de êmbolos endoluminais visualizados no exame tomográfico foi considerado diagnóstico de tromboembolismo (exame tomográfico positivo para TEP). Êmbolos centrais incluíram trombos dentro das artérias principais, lobares ou ambas; trombos periféricos consistiram em êmbolos endoluminais, dentro dos ramos segmentares e ou subsegmentares.
- 2) O exame tomográfico foi considerado negativo abaixo do nível subsegmentar, quando uma cuidadosa análise das artérias pulmonares centrais e periféricas foi possível, devido a um bom grau de contrastação arterial por toda a região de interesse, sem artefatos de mobilização respiratória. Quando a contrastação arterial não foi ótima e ou a presença de artefatos de mobilização foi observado em parte do exame, não foi possível a detecção confiável de êmbolos subsegmentares, portanto na ausência de êmbolos endoluminais dentro de artérias centrais e segmentares nestes exames, o exame tomográfico foi considerado como negativo abaixo do nível subsegmentar.

3.3 QUANTO AO PADRÃO OURO

Diante da impossibilidade de utilizarmos a angiografia convencional, como padrão ouro para estudo comparativo, com as nossas imagens obtidas por angiotomografia com tomógrafos multidetectores, adotamos os mesmos critérios do trabalho de Remy-Jardin et al. (2002): No paciente que não foi detectado tromboembolismo pulmonar no exame tomográfico e que não foi

submetido à anticoagulação, fizemos acompanhamento clínico por três meses para avaliar qualquer sintoma que pudesse sugerir TEP. Se algum desses pacientes viesse a ter TEP diagnosticado dentro deste período, o estudo tomográfico inicial seria considerado falso negativo.

Além desse critério, acrescentamos a realização de venografia por tomografia computadorizada nesses pacientes, ao mesmo tempo do exame angiográfico pulmonar para afastar a possibilidade de trombose venosa profunda.

3.4 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA MULTIDETECTORES

Cada um dos cinquenta pacientes foi submetido à avaliação tomográfica das artérias pulmonares. O exame foi realizado em tomógrafos multidetectores *Philips MX8000 IDT 16 e 10* (16 e 10 fileiras de detectores). Quarenta e dois exames foram realizados em tomógrafo de 16 fileiras de detectores e 8 exames em tomógrafo de 10 fileiras de detectores. Foi realizada varredura caudocranial do tórax inteiro dos pacientes em uma única apnéia. Os pacientes, que não conseguiam manter apnéia, foram instruídos a respirar o mais lentamente possível durante o exame. A varredura foi obtida com 1 mm de espessura, 1 mm de incremento, velocidade de mesa de 5 mm/ 500 ms, rotação de 10 mm/s e tempo de varredura de 14,98 s para o tomógrafo de 16 fileiras de detectores e velocidade de mesa de 3 mm/ 500 ms, rotação de 6 mm/s , tempo de varredura de 21,36 s para o tomógrafo de 10 fileiras de detectores. Foram utilizados 120 kv e 200 mAs e 120 ml de

contraste iodado não iônico, injetados em veia periférica a uma taxa de 3 ml/s por bomba injetora (Envision CT, Medrad). Para obter a melhor contrastação, foi utilizado um programa que detectava o alto nível de contrastação no lúmen da artéria pulmonar através de medidas seriadas da densidade (Smart Prep). Quando esta contrastação alcançava o nível predeterminado de 140 Unidades Hounsfield, o tomógrafo automaticamente iniciava a varredura do tórax. Após 3 minutos da injeção do contraste, foram realizados cortes de 10 mm de espessura com espaçamento de 30 mm na pelve e nos membros inferiores, para avaliação de trombose venosa profunda.

3.5 COMPARAÇÃO DAS DIFERENTES FORMAS DE IMAGENS

Para cada paciente os dados fonte, imagens axiais de 1 mm de espessura, foram armazenados e posteriormente reconstruídas em quatro tipos de imagens que são:

- Imagens multiplanares (axiais, coronais e sagitais) de 1 mm de espessura;
- Imagens multiplanares (axiais, coronais e sagitais), utilizando reconstruções MIP de 2,0 mm de espessura;
- Imagens multiplanares (axiais, coronais e sagitais), utilizando reconstruções MIP de 4,0 mm de espessura;

- Imagens multiplanares (axiais, coronais e sagitais), utilizando reconstrução MIP de 2,0 mm de espessura acrescidas de reformatações em pás de roda moinho.

As imagens foram carregadas, reconstruídas e lidas em estação de trabalho com monitores (“workstation” Philips). Elas foram lidas com janela e nível livres, que foram sendo ajustados em cada exame de acordo com o grau de contrastação, buscando a melhor visualização das possíveis falhas de enchimento nas artérias.

3.6 INTERPRETAÇÃO DOS EXAMES TOMOGRÁFICOS

Dois médicos radiologistas, com experiência de 4 e 3 anos na avaliação de angiotomografia do tórax para estudo de tromboembolismo pulmonar, avaliaram as imagens, independentemente. Os dois radiologistas analisaram os quatro grupos de imagem em ordem aleatória e com semanas de intervalo entre as análises. Cada reformatação foi lida independentemente.

Os leitores classificaram as artérias pulmonares principais, lobares, segmentares e subsegmentares. Foi utilizada a nomenclatura da árvore pulmonar de Jackson e Huber (1943) e Boyden (1955) para classificar as artérias (Tabela 2, Figura 6) e foi utilizado um “score” similar ao utilizado por Remy-Jardin et al (1997). Um total de 2 artérias principais, 5 artérias lobares, 20 artérias segmentares e 40 artérias subsegmentares foram avaliadas em cada exame. Inicialmente, para análise das imagens, uma sessão de

treinamento foi realizada, durante a qual os leitores concordaram com a estratégia para a análise das imagens. Uma artéria subsegmentar foi considerada contendo êmbolo quando havia uma bem definida falha de enchimento em pelo menos dois cortes consecutivos. Cada artéria subsegmentar de cada paciente foi classificada como sem êmbolo (livre de material embólico), com êmbolo ou indeterminada. No caso de variante anatômica, a artéria variante foi designada de acordo com o segmento pulmonar que ela supria. Se as artérias foram bem visualizadas, os leitores avaliaram a presença ou ausência de êmbolos. Não sendo a artéria subsegmentar visualizada esta foi considerada de categoria indeterminada, nesse caso foi excluída da análise. Foi realizado estudo comparativo de quatro tipos de imagens: imagens multiplanares MPR de 1 mm de espessura (Figura 1), imagens utilizando reconstruções em MIP de 2,0 mm e 4,0 mm de espessura multiplanares (Figura 2) e imagens com reformatação MIP de 2,0 mm acrescidas de reformatação em pás de roda moinho (Figura 3, 4 e 5). Nessa leitura os observadores avaliaram se a reformatação em pás de roda moinho melhorou a visualização da continuidade do êmbolo, em cada paciente.

A comparação consistiu em avaliar a detecção dos êmbolos nas artérias com as quatro técnicas. As imagens multiplanares MPR de 1 mm foram utilizadas como padrão de referência para achados de tromboembolismo positivo ou negativo.

Figura 1 - Reconstrução coronal ao nível das artérias pulmonares principais, demonstrando êmbolos centrais

Figura 2 - Reconstrução coronal em MIP ao nível das artérias pulmonares demonstrando melhor a continuidade das artérias pulmonares com êmbolos centrais no interior

Figura 3 - Reformatação em pás de roda moinho demonstrando a continuidade das artérias pulmonares principais e dos êmbolos centrais no seu interior

Figura 4 - Planos da reformatação em pás de roda moinho, imitando as pás da roda de um moinho ao redor de um eixo horizontal imaginário entre os hilos pulmonares. (Modificado a partir de Sobota 1988).

Figura 5 - Reformatação em pás de roda moinho, onde os planos de visualização giram ao redor de um eixo horizontal entre os hilos pulmonares. (a) vista lateral para a reformatação, com o eixo central na bifurcação da artéria pulmonar principal. (b) Imagem da reformatação ao nível da artéria pulmonar principal, demonstrando o eixo imaginário entre os hilos pulmonares, onde os planos de visualização giram ao redor (linha verde)

Figura 6 - Artérias Pulmonares (Modificado a partir de HIDEAKI YAMASHIDA 1978)

Tabela 2 - Nomenclatura da anatomia brônquica e arterial pulmonar

Nomenclatura de Jackson e Huber	Segmentos brônquicos	Nomenclatura de Boyden	
		Artérias segmentares	Artérias subsegmentares
Lobo superior direito			
Apical	S1	RA1	RA1a, posterior RA1b, anterior
Anterior	S2	RA2	RA2a, lateral RA2b, anterior
Posterior	S3	RA3	RA3a, lateral RA3b, posterior
Lobo médio direito			
Lateral	S4	RA4	RA4a, posterior RA4b, anterior
Medial	S5	RA5	RA5a, superior RA5b, inferior
Lobo inferior direito			
Apical superior	S6	RA6	RA6a+b,superomedial RA6c, lateral
Media basal (paracardiaco)	S7	RA7	RA7a, anterolateral RA7b, anteromedial
Anterior basal	S8	RA8	RA8a, lateral RA8b, basal
Lateral basal	S9	RA9	RA9a, lateral RA9b, basal
Posterior basal	S10	RA10	RA10a, laterobasal RA10b, mediobasal
Lobo superior esquerdo			
Divisão superior			
Apicoposterior	S1+3	LA1	LA1a, posterior LA1b, anterior
		LA3	LA3a, lateral LA3b, posterior
Anterior		LA2	LA2a, lateral LA2b, anterior
Divisão inferior língular			
Língular superior	S4	LA4	LA4a, posterior LA4b, anterior
Língular inferior	S5	LA5	LA5a, superior LA5b, inferior
Lobo inferior esquerdo			
Superior (apical)	S6	LA6	LA6a+b, superomedial LA6c, lateral
Anteromedial basal	S7+8	LA7+8	LA7a, anterior LA7b, medial LA8a, lateral LA8b, basal
Lateral basal	S9	LA9	LA9a, lateral LA9b, basal
Posterior basal	S10	LA10	LA10a, laterobasal LA10b, mediobasal

Fonte: Remy- Jardin et al 1997

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi constituída por:

- a) Medidas de sensibilidade, especificidade e acurácia dos métodos de análise.

Estas medidas foram obtidas da seguinte forma:

Sensibilidade: é o percentual que o método diz de verdadeiros positivos dentre todos os pacientes positivos (pelo método padrão).

Especificidade: é o percentual que o método diz de verdadeiros negativos dentre todos os pacientes negativos (pelo método padrão).

Acurácia: é o percentual dos resultados iguais entre os dois métodos.

- b) Concordância entre os observadores: para comparar os observadores, foi calculada a concordância entre eles, ou seja, o percentual de respostas iguais dentre todas as observações feitas e também o valor kappa (k).

- b.1) Medida do **Kappa (k)**: A idéia desta medida é comparar a proporção de acertos entre os dois examinadores com a proporção que poderíamos obter se os resultados entre eles fossem independentes.

O valor de kappa varia de -1 a 1 indicando a concordância entre os dois examinadores, onde 0 indica independência entre eles e 1 indica a concordância total. Na prática qualquer valor de kappa abaixo de 0,5 indicará uma concordância pobre e acima de 0,7 incidirá numa boa

concordância, embora o grau aceitável de concordância dependa da circunstância. Segundo Landis e Koch, 1977, o kappa pode ser interpretado como demonstrado na tabela 3.

Tabela 3 - Capacidade de concordância do Kappa

Valor do Kappa	Capacidade de concordância
0,20	Pobre
0,21 - 0,40	Regular
0,41 - 0,60	Moderado
0,61 - 0,80	Bom
0,81 - 1,00	Muito bom

c) Para os cálculos feitos neste estudo, utilizou-se o programa estatístico Minitab versão 14 (www.minitab.com). Para montar as tabelas e gráficos foi utilizado o programa Microsoft Excel 2003.

d) Para a comparação entre os métodos e verificar se existia ou não diferença significativa entre eles, foi realizada uma comparação dos percentuais (teste para duas proporções) de sensibilidade, especificidade e acurácia.

Para cada teste, obtivemos o nível descritivo 1 (p-value) e comparamos com a significância de 0,05. Se o nível descritivo foi menor que 0,05 foi considerado diferença significativa entre os percentuais.

- e) A Inclusão de pacientes com TEP negativo no estudo foi sugestão estatística, sendo importante para determinar se as reformatações em MIP de 2 mm e 4 mm conseguiriam detectar todos os pacientes com TEP que foram detectados pelo MPR de 1mm.

4 RESULTADOS

4.1 SEGMENTOS VASCULARES AVALIADOS

Cada um dos dois observadores avaliou individualmente 4 grupos de imagens (4 diferentes reformatações de imagens por paciente) contendo 3250 segmentos vasculares cada, um total de 13000 segmentos vasculares, sendo 7708 artérias subsegmentares, 3896 artérias segmentares, 996 artérias lobares e 400 artérias principais. Foram excluídas as artérias segmentares e subsegmentares de 4 lobos inferiores de 4 pacientes, ou seja, um total de 40 artérias subsegmentares e 20 segmentares, devido a extenso derrame pleural e atelectasia compressiva desses lobos, o que impossibilitou a avaliação das pequenas artérias dos mesmos. Foram excluídas ainda 1 artéria lobar de 1 paciente, 6 artérias segmentares e 33 artérias subsegmentares de 11 pacientes, porque foram classificadas como indeterminadas pelos leitores. A avaliação foi realizada em imagens reconstruídas com MPR de 1 mm, MIP de 2 mm, MIP de 4 mm e MIP de 2 mm mais reformatação em pás de roda moinho, resultando em 13000 observações por leitor e 26000 total de observações (Tabela 4).

Tabela 4 – Quantidade de segmentos vasculares analisados em cada paciente, em cada grupo de imagens, por cada observador e no total

Tipo de segmentos vasculares	Nº de segmentos avaliados por paciente	Nº de segmentos iniciais em cada grupo de 50 pacientes	Nº de segmentos excluídos	Nº de segmentos lidos por grupo de 50 pacientes após a exclusão	Nº total de segmentos lidos nos 4 grupos de imagens por observador	Nº total de segmentos lidos nos 4 grupos de imagens pelos 2 observadores
P	2	100	0	100	400	800
L	5	250	1	249	996	1992
S	20	1000	26	974	3896	7792
SS	40	2000	73	1927	7708	15416
Total 1	67	3350	100	3250	13000	26000

P = artérias principais, L = artérias lobares, S = artérias segmentares, SS = artérias subsegmentares

4.2 ÊMBOLOS DETECTADOS

As imagens de referência em MPR de 1 mm revelaram 450 êmbolos pelo observador 1 e 425 pelo observador 2 em 3250 segmentos vasculares. As imagens reconstruídas em MIP de 2 mm revelaram 428 êmbolos pelo observador 1 e 379 pelo observador 2. As imagens reconstruídas em MIP de 4 mm revelaram 397 êmbolos pelo observador 1 e 349 pelo observador 2. As imagens reconstruídas com MIP de 2 mm acrescidas com reformatações em pás de roda moinho, revelaram 427 êmbolos pelo observador 1 e 379 pelo observador 2 (Tabela 5).

Tabela 5 – Localização e número dos êmbolos encontrados pelos dois observadores em cada reconstrução

Método	Observador	P/ L	S	SS	Total
leitura MPR 1mm	Obs. 1	51	136	263	450
	Obs. 2	51	131	243	425
leitura MIP 2mm	Obs. 1	51	128	249	428
	Obs. 2	51	114	214	379
leitura MIP 4mm	Obs. 1	50	118	229	397
	Obs. 2	48	104	197	349
leitura MIP 2mm+PRM	Obs. 1	51	128	248	427
	Obs. 2	51	115	213	379

P/L = artérias principais e lobares, S = artérias segmentares, SS = artérias subsegmentares

4.3 ANÁLISE DA SENSIBILIDADE, ESPECIFICIDADE E CONCORDÂNCIA INTEROBSERVADOR

Dividindo os 50 pacientes em 2 grupos: grupo A (30 pacientes com tromboembolismo positivo) e grupo B (20 pacientes sem tromboembolismo), obtivemos os valores de sensibilidade, especificidade e acurácia, para cada tipo arterial, nas diferentes reconstruções e a concordância interobservador para o grupo A (pacientes com TEP positivo) (tabelas 6.0, 6.1, gráficos 1.0, 1.1, 1.2):

4.3.1 Análise das artérias principais e lobares

Observador 1 obteve as seguintes sensibilidades, especificidades e acurácias: imagens em MIP 2 mm, 100/ 100/ 100; imagens em MIP 4 mm, 98/ 100/ 99,5; imagens em MIP 2 mm + PRM, 100/ 100/ 100.

Observador 2 obteve as seguintes sensibilidades, especificidades e acurácias: imagens em MIP 2 mm, 100/ 100/ 100; imagens em MIP 4 mm, 94,1/ 100/ 98,6; imagens em MIP 2 mm + PRM, 100/ 100/ 100;

A concordância interobservador para as imagens em MIP de 2 mm foi de k 1,00; para as imagens em MIP de 4 mm foi de k 0,97 e para as imagens em MIP de 2 mm + PRM. foi de k 1,00. Para as imagens consideradas padrão de referência MPR de 1 mm a concordância interobservador foi de k 1,00. Todas as concordâncias foram altas, ou seja, acima de 0,7.

4.3.2 Análise das artérias segmentares

Observador 1 obteve as seguintes sensibilidades, especificidades e acurácias: imagens em MIP 2 mm, 92,6/ 99,5/ 97,9; imagens em MIP 4 mm, 86,8/ 100/ 96,9; imagens em MIP 2 mm + PRM, 91,9/ 99,3/ 97,6.

Observador 2 obteve as seguintes sensibilidades, especificidades e acurácias: imagens em MIP 2 mm, 85,5/ 99,5/ 96,3; imagens em MIP 4 mm, 77,9/ 99,5/ 94,6; imagens em MIP 2 mm + PRM, 85,5/ 99,3/ 96,2.

A concordância interobservador para as imagens em MIP de 2 mm foi de k 0,83; para as imagens em MIP de 4 mm foi de k 0,81 e para as imagens

em MIP de 2 mm + PRM. foi de k 0,82. Para as imagens consideradas padrão de referência MPR de 1 mm a concordância interobservador foi de k 0,81. Todas as concordâncias foram altas, ou seja, acima de 0,7.

4.3.3 Análise das artérias subsegmentares

Observador 1 obteve as seguintes sensibilidades, especificidades e acurácias: imagens em MIP 2 mm, 94,3/ 99,9/ 98,6; imagens em MIP 4 mm 84,8/ 99,3/ 95,9; imagens em MIP 2 mm + PRM, 93,9/ 99,9/ 98,5.

Observador 2 obteve as seguintes sensibilidades, especificidades e acurácias: imagens em MIP 2 mm, 86,8/ 99,7/ 96,9; imagens em MIP 4 mm, 78,2/ 99,2/ 94,7; imagens em MIP 2 mm + PRM, 86,4/ 99,7/ 96,8;

A concordância interobservador para as imagens em MIP de 2 mm foi de k 0,80; para as imagens em MIP de 4 mm foi de k 0,74 e para as imagens em MIP de 2 mm + PRM. foi de k 0,80. Para as imagens consideradas padrão de referência MPR de 1 mm a concordância interobservador foi de k 0,80. Todas as concordâncias foram altas, ou seja, acima de 0,7.

Tabela 6.0 – Sensibilidades, especificidades e acurácias dos métodos, por tipos de artérias e global - grupo A (pacientes com tromboembolismo positivo)

Medida	Artérias	leitura MIP 2mm		leitura MIP 4mm		leitura MIP 2mm+PRM	
		Obs. 1	Obs. 2	Obs. 1	Obs. 2	Obs. 1	Obs. 2
Sensibilidade	P/L	100,0	100,0	98,0	94,1	100,0	100,0
	S	92,6	85,5	86,8	77,9	91,9	85,5
	SS	94,3	86,8	84,8	78,2	93,9	86,4
	Geral	94,4	88,0	86,9	80,0	94,0	87,8
Especificidade	P/L	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	S	99,5	99,5	100,0	99,5	99,3	99,3
	SS	99,9	99,7	99,3	99,2	99,9	99,7
	Geral	99,8	99,7	99,6	99,4	99,7	99,6
Acurácia	P/L	100,0	100,0	99,5	98,6	100,0	100,0
	S	97,9	96,3	96,9	94,6	97,6	96,2
	SS	98,6	96,9	95,9	94,7	98,5	96,8
	Geral	98,5	97,1	96,6	95,1	98,4	97,0

P/L = artérias principais e lobares, S = artérias segmentares, SS = artérias subsegmentares

P/L= artérias principais e lobares, S = artérias segmentares, SS = artérias subsegmentares

Gráfico 1.0 – Sensibilidades dos métodos por tipos de artérias e global – grupo A (pacientes com tromboembolismo positivo)

P/L = artérias principais e lobares, S = artérias segmentares, SS = artérias subsegmentares

Gráfico 1.1 – Especificidades dos métodos por tipos de artérias e global – grupo A (pacientes com tromboembolismo positivo)

P/L = artérias principais e lobares, S = artérias segmentares, SS = artérias subsegmentares

Gráfico 1.2 – Acurácias dos métodos por tipos de artérias e global – grupo A (pacientes com tromboembolismo positivo)

Tabela 6.1 – Resumo das concordâncias entre os dois avaliadores – dados por grupo A (pacientes com TEP positivo) e grupo B (pacientes com TEP negativo)

Artérias	Tromboembolismo	Método	Kappa	Concordância
Geral	Grupo B (TEP negativo)	MPR 1mm	-	100,0
		MIP 2mm	-	100,0
		MIP 4mm	-	100,0
		MIP 2mm+PRM	-	100,0
	Grupo A (TEP positivo)	MPR 1mm	0,874	95,6
		MIP 2mm	0,835	94,5
		MIP 4mm	0,790	93,4
		MIP 2mm+PRM	0,827	94,2
Principais e lobares	Grupo B (TEP negativo)	MPR 1mm	-	100,0
		MIP 2mm	-	100,0
		MIP 4mm	-	100,0
		MIP 2mm+PRM	-	100,0
	Grupo A (TEP positivo)	MPR 1mm	1,000	100,0
		MIP 2mm	1,000	100,0
		MIP 4mm	0,973	99,0
		MIP 2mm+PRM	1,000	100,0
Segmentares	Grupo B (TEP negativo)	MPR 1mm	-	100,0
		MIP 2mm	-	100,0
		MIP 4mm	-	100,0
		MIP 2mm+PRM	-	100,0
	Grupo A (TEP positivo)	MPR 1mm	0,806	93,4
		MIP 2mm	0,833	94,4
		MIP 4mm	0,810	94,1
		MIP 2mm+PRM	0,817	93,9
Subsegmentares	Grupo B (TEP negativo)	MPR 1mm	-	100,0
		MIP 2mm	-	100,0
		MIP 4mm	-	100,0
		MIP 2mm+PRM	-	100,0
	Grupo A (TEP positivo)	MPR 1mm	0,801	93,4
		MIP 2mm	0,802	93,5
		MIP 4mm	0,740	92,0
		MIP 2mm+PRM	0,796	93,4

4.4 FORAM CALCULADOS OS VALORES DE SENSIBILIDADE, ESPECIFICIDADE, ACURÁCIA E CONCORDÂNCIA INTEROBSERVADOR PARA OS 50 PACIENTES JUNTOS (GRUPO A + GRUPO B) PARA OS TRÊS TIPOS DE RECONSTRUÇÃO, (TABELA 7.0, 7.1 E GRÁFICOS 2.0, 2.1, 2.2 E 2.3):

Houve mínimo aumento nos valores da especificidade e acurácia tanto para o observador 1 quanto para o observador 2 e aumento na concordância interobservador, nos três tipos arteriais, quando os cálculos foram realizados para todos os pacientes positivos e negativos juntos (grupo A+ grupo B). A sensibilidade permaneceu inalterada.

Tabela 7.0 – Sensibilidades, especificidades e acurácia dos métodos, por tipos de artérias e global (grupo A + grupo B = pacientes com e sem TEP)

Medida	Artérias	leitura MIP 2mm		leitura MIP 4mm		leitura MIP 2mm+PRM	
		Obs. 1	Obs. 2	Obs. 1	Obs. 2	Obs. 1	Obs. 2
Sensibilidade	P/L	100,0	100,0	98,0	94,1	100,0	100,0
	S	92,6	85,5	86,8	77,9	91,9	85,5
	SS	94,3	86,8	84,8	78,2	93,9	86,4
	Geral	94,4	88,0	86,9	80,0	94,0	87,8
Especificidade	P/L	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	S	99,8	99,8	100,0	99,8	99,6	99,6
	SS	99,9	99,8	99,6	99,6	99,9	99,8
	Geral	99,9	99,8	99,8	99,7	99,9	99,8
Acurácia	P/L	100,0	100,0	99,7	99,1	100,0	100,0
	S	98,8	97,8	98,2	96,8	98,6	97,7
	SS	99,2	98,2	97,6	96,9	99,1	98,1
	Geral	99,1	98,3	98,0	97,1	99,0	98,2

P/L = artérias principais e lobares, S = artérias segmentares, SS = artérias subsegmentares.

P/L = artérias principais e lobares, S = artérias segmentares, SS = artérias subsegmentares

Gráfico 2.0 – Sensibilidades dos métodos por tipos de artérias e global – dados globais (grupo A + grupo B = paciente com e sem TEP)

P/L = artérias principais e lobares, S = artérias segmentares, SS = artérias subsegmentares

Gráfico 2.1 – Especificidades dos métodos por tipos de artérias e global – dados globais (grupo A + grupo B = pacientes com e sem TEP)

P/L = artérias principais e lobares, S = artérias segmentares, SS = artérias subsegmentares

Gráfico 2.2 – Acurácias dos métodos por tipos de artérias e global – dados globais (grupo A + grupo B = pacientes com e sem TEP)

Tabela 7.1 – Resumo da concordância e índice kappa entre os dois avaliadores – dados globais (grupo A + grupo B = pacientes com e sem TEP)

Artérias	Método	Kappa	Concordância
Geral	MPR 1mm	0,888	97,4
	MIP 2mm	0,851	96,8
	MIP 4mm	0,809	96,1
	MIP 2mm+PRM	0,844	96,6
Principais e lobares	MPR 1mm	1,000	100,0
	MIP 2mm	1,000	100,0
	MIP 4mm	1,000	100,0
	MIP 2mm+PRM	1,000	100,0
Segmentares	MPR 1mm	0,891	97,4
	MIP 2mm	0,849	96,7
	MIP 4mm	0,827	96,5
	MIP 2mm+PRM	0,836	96,4
Subsegmentares	MPR 1mm	0,864	96,9
	MIP 2mm	0,821	96,2
	MIP 4mm	0,762	95,3
	MIP 2mm+PRM	0,815	96,1

P/L = artérias principais e lobares, S = artérias segmentares, SS = artérias subsegmentares

Gráfico 2.3 – Concordância entre os avaliadores – dados globais (grupo A + grupo B = pacientes com e sem TEP)

4.5 COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS - DADOS GLOBAIS (GRUPO A + GRUPO B = PACIENTES COM E SEM TEP) E PACIENTES COM TEP (GRUPO A)

A reconstrução em MIP 2 mm e MIP 2 mm acrescida de reformatação em pás de roda moinho, apresentaram melhores índices de sensibilidade e acurácia, com diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$), quando comparadas à reconstrução em MIP 4 mm, para as artérias subsegmentares e global. Esse mesmo resultado foi observado para o observador 1 e 2, tanto para o grupo de todos os pacientes, quanto para o grupo de pacientes com TEP (tabelas 8.0 a 8.3 e gráficos 3.0 a 3.7)

Tabela 8.0 - Níveis descritivos para as comparações entre os métodos - dados globais (grupo A + grupo B = pacientes com e sem TEP) – observador 1

Medida	Métodos	P/L	S	SS	Global
Sensibilidade	MIP 2mm x MIP 4mm	0,315	0,110	<0,001	<0,001
	MIP 2mm x MIP 2mm+PRM	-	0,820	0,853	0,775
	MIP 2mm+PRM x MIP 4mm	0,315	0,169	0,001	<0,001
Especificidade	MIP 2mm x MIP 4mm	-	0,157	0,059	0,317
	MIP 2mm x MIP 2mm+PRM	-	0,654	1,000	0,705
	MIP 2mm+PRM x MIP 4mm	-	0,083	0,125	0,527
Acurácia	MIP 2mm x MIP 4mm	0,317	0,270	<0,001	<0,001
	MIP 2mm x MIP 2mm+PRM	-	0,693	0,861	0,695
	MIP 2mm+PRM x MIP 4mm	0,317	0,476	<0,001	<0,001

Tabela 8.1 - Níveis descritivos para as comparações entre os métodos - dados globais (grupo A + grupo B = pacientes com e sem TEP) – observador 2

Medida	Métodos	P/L	S	SS	Global
Sensibilidade	MIP 2mm x MIP 4mm	0,079	0,110	0,012	0,001
	MIP 2mm x MIP 2mm+PRM	-	1,000	0,894	0,916
	MIP 2mm+PRM x MIP 4mm	0,079	0,110	0,017	0,002
Especificidade	MIP 2mm x MIP 4mm	-	1,000	0,205	0,284
	MIP 2mm x MIP 2mm+PRM	-	0,654	1,000	0,763
	MIP 2mm+PRM x MIP 4mm	-	0,654	0,205	0,438
Acurácia	MIP 2mm x MIP 4mm	0,083	0,160	0,009	0,002
	MIP 2mm x MIP 2mm+PRM	-	0,877	0,905	0,850
	MIP 2mm+PRM x MIP 4mm	0,083	0,210	0,013	0,003

Tabela 8.2 - Níveis descritivos para as comparações entre os métodos – grupo A (pacientes com tromboembolismo positivo) - observador 1

Medida	Métodos	P/L	S	SS	Global
Sensibilidade	MIP 2mm x MIP 4mm	0,315	0,110	<0,001	<0,001
	MIP 2mm x MIP 2mm+PRM	-	0,820	0,853	0,775
	MIP 2mm+PRM x MIP 4mm	0,315	0,169	0,001	<0,001
Especificidade	MIP 2mm x MIP 4mm	-	0,157	0,058	0,317
	MIP 2mm x MIP 2mm+PRM	-	0,654	1,000	0,705
	MIP 2mm+PRM,x MIP 4mm	-	0,083	0,058	0,526
Acurácia	MIP 2mm x MIP 4mm	0,317	0,267	<0,001	<0,001
	MIP 2mm x MIP 2mm+PRM	-	0,692	0,861	0,694
	MIP 2mm+PRM x MIP 4mm	0,317	0,473	<0,001	<0,001

Tabela 8.3 - Níveis descritivos para as comparações entre os métodos – grupo A (pacientes com tromboembolismo positivo) - observador 2

Medida	Métodos	P/L	S	SS	Global
Sensibilidade	MIP 2mm x MIP 4mm	0,079	0,110	0,012	0,001
	MIP 2mm x MIP 2mm+PRM	-	1,000	0,894	0,916
	MIP 2mm+PRM x MIP 4mm	0,079	0,110	0,017	0,002
Especificidade	MIP 2mm x MIP 4mm	-	1,000	0,205	0,284
	MIP 2mm x MIP 2mm+PRM	-	0,654	1,000	0,763
	MIP 2mm+PRM x MIP 4mm	-	0,654	0,205	0,437
Acurácia	MIP 2mm x MIP 4mm	0,082	0,156	0,009	0,002
	MIP 2mm x MIP 2mm+PRM	-	0,876	0,904	0,849
	MIP 2mm+PRM x MIP 4mm	0,082	0,206	0,012	0,003

Gráfico 3.0 - Comparação entre as sensibilidades dos métodos para as artérias subsegmentares com os níveis de significância - observador 1 (dados gerais: pacientes com e sem TEP)

Gráfico 3.1 - Comparação entre as sensibilidades dos métodos para todas as artérias com os níveis de significância - observador 1 (dados gerais: pacientes com e sem TEP)

Gráfico 3.2 - Comparação entre as acurácias dos métodos para as artérias subsegmentares com os níveis de significância - observador 1 (dados gerais: pacientes com e sem TEP)

Gráfico 3.3 - Comparação entre as acurácias dos métodos para todas as artérias com os níveis de significância - observador 1 (dados gerais: pacientes com e sem TEP)

Gráfico 3.4 - Comparação entre as sensibilidades dos métodos para as artérias subsegmentares com os níveis de significância - observador 2 (dados gerais: pacientes com e sem TEP)

Gráfico 3.5 - Comparação entre as sensibilidades dos métodos para todas as artérias com os níveis de significância - observador 2 (dados gerais: pacientes com e sem TEP)

Gráfico 3.6 - Comparação entre as acurácias dos métodos para as artérias subsegmentares com os níveis de significância - observador 2 (dados gerais: pacientes com e sem TEP)

Gráfico 3.7 - Comparação entre as acurácias dos métodos para todas as artérias com os níveis de significância - observador 2 (dados gerais: com e sem TEP)

4.6 ANÁLISE DO NÚMERO DE PACIENTES, COM TEP POSITIVO, DIAGNOSTICADOS PELOS MÉTODOS AVALIADOS

Dos 30 pacientes com tromboembolismo positivo, detectados pelas imagens multiplanares de 1 mm, todos os pacientes foram detectados, tanto pelo observador 1 quanto pelo observador 2, através da análise das imagens reconstruídas em MIP de 2 mm e 2 mm acrescidas de reformatações em pás de roda moinho. As reconstruções em MIP de 4 mm deixaram de detectar 2 pacientes com TEP positivo, tanto pelo observador 1 quanto pelo observador 2 (Figuras 7.0 a 7.5).

Figura 7.0 - Imagem axial de 1 mm, demonstrando pequeno êmbolo no interior de artéria segmentar no lobo inferior esquerdo

Figura 7.1 - Imagem axial em MIP de 2 mm, demonstrando o mesmo êmbolo no interior de artéria segmentar no lobo inferior esquerdo

Figura 7.2 - Imagem axial em MIP de 4 mm, demonstrando o mesmo êmbolo no interior da artéria segmentar do lobo inferior esquerdo, que está praticamente apagado

Figura 7.3 - Imagem axial de 1 mm, demonstrando êmbolos no interior de artérias subsegmentares no lobo superior direito

Figura 7.4 - Imagem axial em MIP de 2 mm, demonstrando os mesmos êmbolos no interior de artérias subsegmentares no lobo superior direito

Figura 7.5 - Imagem axial em MIP de 4 mm, demonstrando os mesmos êmbolos no interior de artérias subsegmentares no lobo superior direito, sendo que um dos êmbolos não é visualizado

4.7 ANÁLISE DO GRUPO B (PACIENTES SEM TROMBOEMBOLISMO NO EXAME TOMOGRÁFICO)

Para os pacientes sem tromboembolismo, tivemos todos eles sem nenhum êmbolo encontrado e os resultados de todos os métodos para os dois observadores foram iguais, ou seja, todos os segmentos sem êmbolo.

Com isto, temos que os cálculos dos valores de sensibilidade não puderam ser determinados.

Quanto à especificidade, temos que os testes foram todos 100% específicos, mas o ideal para uma análise é sempre ter uma amostra balanceada com pacientes positivos e negativos.

4.8 AVALIAÇÃO DA REFORMATACÃO EM PÁS DE RODA MOINHO, QUANTO A MELHORA NA VISUALIZAÇÃO DA CONTINUIDADE DOS ÊMBolos

Os dois observadores responderam que houve melhora na visualização da continuidade dos êmbolos para 43% dos pacientes com TEP, sendo que, desses 69 % tinham trombos nas artérias principais e lobares e 31% nas artérias segmentares e subsegmentares. As reformatações em pás de roda moinho auxiliaram mais na visualização da continuidade em trombos centrais que nos periféricos.

4.9 NÚMERO DE IMAGENS

O número de imagens obtidas nas 3 diferentes reconstruções na leitura axial foi: Imagens axiais de 1 mm: variou de 223 a 329 (média $\pm$ desvio padrão: $288,9 \pm 33$ imagens); Imagens em MIP de 2,0 mm: variou de 111 a 173 (média $\pm$ desvio padrão: $140,9 \pm 19,9$ imagens); Imagens em MIP de 4 mm: variou de 55 a 81 (média de $71,9 \pm 8,2$ imagens). A reconstrução em MIP de 2 mm reduz, em cerca de duas vezes, o número das imagens e a reconstrução em MIP de 4 mm reduz o número de imagens em cerca de 4 vezes.

Tabela 9 - Médias e desvios padrões dos números de imagens

	Reconstrução de 1 mm	Reconstrução de 2 mm	Reconstrução de 4 mm
Média	288,9	140,9	71,9
Desvio padrão	33,0	19,9	8,2

5 DISCUSSÃO

A introdução dos tomógrafos multidetectores veio aprimorar a avaliação das artérias pulmonares ao nível subsegmentar, combatendo o principal impedimento da aceitação unânime da TC como modalidade de escolha para o diagnóstico de tromboembolismo pulmonar. Os tomógrafos multidetectores aumentaram, consideravelmente, a detecção de êmbolos subsegmentares e a visualização das artérias subsegmentares. Patel et al., em 2003, utilizando tomógrafos multidetectores com 4 fileiras de detectores, identificaram de 71 a 78% das artérias subsegmentares e 85 a 91% das artérias segmentares com 1,25 mm de espessura; identificaram também 53 a 56% das artérias subsegmentares e 70 a 86% das subsegmentares com 2,5 mm de colimação; Ghaye et al., em 2001, identificaram 94% das artérias subsegmentares com 1,25 mm de colimação e 82% com 3 mm de colimação. As artérias segmentares foram identificadas em 88% com 1,25 mm e 3 mm de colimação. Estes valores foram obtidos por Ghaye devido ao excelente grau de contrastação e exclusão dos pacientes com alterações parenquimatosas.

A tecnologia dos tomógrafos multidetectores aumentou a capacidade diagnóstica, pois sua alta velocidade de aquisição permite a cobertura de grandes volumes corporais e realização de reduzidas espessuras de colimação, com conseqüente aumento da resolução da imagem, possibilitando o estudo das pequenas artérias periféricas pulmonares.

A utilização dos tomógrafos multidetectores, apesar de melhorar nossa capacidade diagnóstica, aumenta consideravelmente o número de imagens e, conseqüentemente, o tempo de análise dessas pelo radiologista na estação de trabalho. O número total de imagens, resultantes de aquisições com TCMD, aumentou em cerca de cinco vezes quando comparado com TC helicoidais, com uma única fileira de detectores. Estas passaram de 100 a 200 para 500 a 1000 imagens por exame (Remy-Jardin et al., 2003). O grande aumento do número de imagens, a serem avaliadas por exame, tornou-se um drama radiológico, que consome tempo do radiologista e prejudica a análise, podendo até levar a erros, além de exigir computadores com grande capacidade de processamento e armazenamento dos dados. Percebemos então, que já não adianta apenas reduzirmos a espessura de corte, para aumentarmos a sensibilidade de detecção, pois isto gera mais aumento no número de imagens. Surge então a necessidade de buscarmos métodos que permitam manter os níveis de sensibilidade de detecção já alcançados até o momento, reduzindo o número de imagens geradas para análise. Este fato estimulou a realização do nosso estudo, uma vez que as reconstruções em MIP reduzem o número de imagens em pelo menos metade.

No nosso estudo avaliamos 3 tipos de reformatações em MIP, utilizando a leitura MPR de 1 mm como padrão de referência, quanto à sensibilidade, especificidade, acurácia e concordância interobservador para a detecção de êmbolos nas artérias pulmonares principais e lobares,

segmentares e subsegmentares em 50 pacientes (30 pacientes com tromboembolismo positivo e 20 sem tromboembolismo).

Para as artérias principais e lobares a sensibilidade e especificidade para as reconstruções em MIP de 2 mm e 2 mm + PRM, foram idênticas às imagens de referência de 1 mm 100,0/100,0. Apenas, nas reconstruções em MIP de 4 mm, houve redução da sensibilidade. Nós encontramos valores de sensibilidade e especificidade (98,0 e 94,1/ 100,0), semelhantes aos encontrados pelo estudo de Heuschmid et al (2006), que utilizando tomógrafos multidetectores de 16 fileiras de detectores, obteve sensibilidade e especificidade de 95,0 e 99,0 na reconstrução axial em MIP de 4 mm para detecção de êmbolos nas artérias principais e lobares. O estudo de Heuschmid et al não avaliou reconstruções em MIP de 2 mm.

Para as artérias segmentares os valores da sensibilidade e especificidade para as reconstruções axiais em MIP de 4 mm (86,8 e 77,9/ 100 e 99,5) foram semelhantes aos encontrados por Heuschmid et al (2006) nas reconstruções em MIP de 4 mm (81,0 / 99,0). As reconstruções em MIP de 2 mm e 2 mm + PRM tiveram sensibilidade (91,9 e 85,5/ 92,6 e 85,5) maiores que a reconstrução em MIP de 4 mm. A especificidade foi semelhante à reconstrução em MIP de 4 mm (99,5 e 99,3). Apesar de não existirem outros estudos na literatura, avaliando a detecção de êmbolos com reconstruções em MIP de 2 mm para compararmos os nossos achados, esperávamos valores maiores de sensibilidade para esta reconstrução no nível segmentar, uma vez que Heuschmid et al (2006) encontraram sensibilidade e especificidade próximas de 100 (99/100) para a detecção de

êmbolos no nível segmentar em imagens axiais de 2 mm. Também existe um estudo na literatura, utilizando tomógrafos multidetectores de 16 fileiras de detectores, demonstrando que a visualização dessas artérias, com reconstruções em MIP de 2,5 mm, variou de 97,8 a 98,4. (Jeong et al., 2004). Contudo, Ghaye et al (2001), utilizando tomógrafos multidetectores com 4 fileiras de detectores e colimação 1,25 e 3 mm em imagens axiais, visualizaram cerca de 88,0 a 88,5% dessas artérias, valores menores que o precedente. Patel et al (2003), também utilizando tomógrafos multidetectores de 4 fileiras de detectores, visualizaram de 70 a 86% das artérias segmentares com colimação de 2,5 mm em imagens axiais, ou seja, valores ainda menores, o que demonstra certa variação da percentagem de artérias segmentares visualizadas. No entanto devemos observar que estes dois últimos estudos citados (Patel et al, 2003 e Ghaye et al, 2001), utilizaram tomógrafos com 4 fileiras de detectores, menos detectores que o estudo precedente (Jeong et al, 2004), que usou tomógrafos com 16 fileiras de detectores, sendo portanto esperado uma menor sensibilidade dos mesmos.

Esta variação também pode acontecer com a sensibilidade de detecção de êmbolos nas artérias segmentares. Sendo assim, os valores de sensibilidade na detecção de êmbolos, que encontramos nas artérias segmentares em reconstrução em MIP de 2 mm, apesar de serem menores do que esperávamos, estão dentro da faixa de variação da visualização dessas artérias encontrada na literatura. Apesar de não podermos comparar diretamente a sensibilidade de detecção de êmbolos com percentagem de visualização de artérias segmentares, sabemos que estes valores são

próximos, pois os êmbolos só são detectados se as artérias forem visualizadas.

Para as artérias subsegmentares, encontramos valores de sensibilidade na detecção de êmbolos superiores aos encontrados por Heuschmid et al. 2006 para a reconstrução em MIP de 4 mm. Heuschmid et al. (2006) obtiveram sensibilidade de 45,0; enquanto nós encontramos 84,8 e 78,2. Os valores de especificidade que encontramos foram semelhantes ao de Heuschmid et al. (2006), 99,2 e 99,3. Os nossos valores de sensibilidade na detecção de êmbolos com as reconstruções em MIP de 2 mm e 2 mm + PRM, foram de 94,3 e 86,8/ 93,9 e 86,4, valores muito próximos e maiores que os observados com as reconstruções com MIP de 4 mm. Apesar de não termos outro estudo com reconstrução em MIP de 2 mm para compararmos, fazendo uma comparação com a detecção de êmbolos em imagens axiais de 2 mm, observamos que os nossos valores de sensibilidade foram semelhantes aos obtidos por Heuschmid et al. (2006) em reconstrução axial de 2 mm (94,0), na avaliação do observador 1 e menores na avaliação do observador 2. Fazendo uma correlação com a percentagem de visualização dessas artérias, observamos que Jeong et al (2004), utilizando tomógrafos com 16 fileiras de detectores, visualizaram cerca de 86,8 a 87,6% das artérias subsegmentares em reconstruções em MIP de 2,5 mm. Patel et al., em 2003, utilizando tomógrafos com 4 fileiras de detectores, visualizaram cerca de 53 a 56% das artérias subsegmentares em imagens axiais de 2,5 mm e de 71 a 76% para imagens axiais de 1,25 mm, mais uma vez demonstrando a faixa de variação na visualização dessas artérias. Portanto o

mesmo pode acontecer com a sensibilidade de detecção dos êmbolos nas mesmas.

Os nossos valores de especificidade foram altos nas 3 reconstruções, todos acima de 99,0, semelhantes ao encontrado na literatura nos estudos descritos acima.

A concordância interobservador foi alta, ou seja, *kappa* igual ou maior que 0,8 em todos os grupos arteriais para a leitura das imagens padrão de MPR de 1 mm e para as reconstruções em MIP de 2 mm e 2 mm + PRM ; e também no grupo de artérias principais, lobares e segmentares para as reconstruções em MIP de 4 mm. No nível das artérias subsegmentares ela teve redução ficando em valores acima de 0,7, ou seja, 0,74 para as leituras em MIP de 4 mm. Estes dados demonstram que as reconstruções em MIP de 4 mm reduziram um pouco a concordância interobservador para detecção de êmbolos subsegmentares. Jeong et al. (2004) encontraram níveis altos de concordância interobservador para reconstruções em MIP de 2,5 mm no nível subsegmentar (0,82), semelhante ao nosso estudo nas reconstruções em MIP de 2 mm (0,80). No entanto nesse estudo foi avaliada a visualização dessas artérias e não a detecção de êmbolos. Não há outros estudos na literatura avaliando este dado.

Não houve diferença estatisticamente significativa entre a sensibilidade, especificidade e acurácia na detecção de êmbolos ao acrescentarmos as reconstruções em pás de roda moinho na leitura em MIP de 2 mm. Todavia, observamos que esta reconstrução facilita a visualização da continuidade dos êmbolos, principalmente, nas artérias mais centrais

assim como foi demonstrado na literatura (Chiang et al., 2003). Acredito que não vale à pena acrescentar a leitura de mais esta reformatação, e seu volumoso número de imagens, para a interpretação do radiologista, uma vez que não houve aumento da sensibilidade na detecção dos êmbolos para o diagnóstico de TEP. Sugiro, no entanto, a utilização dessa reformatação para demonstração das imagens para o médico solicitante, uma vez que ela realmente demonstra muito bem a extensão e continuidade dos êmbolos, de uma forma em que a visualização dos êmbolos e a anatomia das artérias pulmonares ficam mais fáceis de serem entendidas pelo médico clínico.

A reconstrução em MIP de 4 mm teve um valor de acurácia menor estatisticamente significativo em relação ao MIP de 2 mm e 2 mm + PRM, demonstrando a necessidade de finas colimações para aumentar a detecção de êmbolos, também já demonstrado em estudos na literatura (Heuschmid et al., 2006; Schoepf et al., 2002)

Nossos resultados demonstram que as reconstruções em MIP de 2 mm apesar de não terem sensibilidade muito próxima a 100,0 como esperávamos, na detecção de êmbolos segmentares e subsegmentares, conseguiram detectar todos os pacientes que foram detectados com tromboembolismo positivo nas imagens MPR com 1 mm de colimação. Já a leitura em MIP de 4 mm, deixou de detectar dois pacientes com TEP subsegmentar tanto pelo observador 1 quanto pelo observador 2 e apresentou acurácia menor estatisticamente significativa que as imagens em MIP de 2 mm de espessura, demonstrando a melhor acurácia de colimações mais finas.

A reconstrução em MIP de 2 mm demonstrou ser uma boa opção como método para manter a capacidade de detecção e reduzir o número de imagens geradas. Sendo suficiente para o diagnóstico de TEP nos pacientes estudados e também uma boa opção para armazenamento dos dados. Portanto, sugiro o uso das mesmas para este fim.

Uma limitação do nosso estudo foi o número pequeno de pacientes com tromboembolismo positivo. Talvez com um número maior de pacientes, alguns deixariam de ser detectados na reconstrução em MIP de 2 mm, no entanto, estudos futuros são necessários para essa avaliação.

Na prática clínica, a reconstrução em MIP de 2 mm cumpriu sua função de dar o diagnóstico de TEP em todos os pacientes com TEP detectado pelas imagens de 1 mm de colimação, ressaltando-se que ela gerou uma média de imagens duas vezes menor que as imagens geradas pela reconstrução de 1 mm.

6 CONCLUSÃO

1. Com um número de imagens equivalente a metade da reconstrução MPR de 1 mm, a reconstrução em MIP de 2 mm foi capaz de detectar todos os pacientes com tromboembolismo pulmonar positivo detectados pelas imagens MPR em 1 mm, com sensibilidade de 100,0 para as artérias principais e lobares, 92,6 e 85,5 para artérias segmentares e 94,3 e 86,8 para artérias subsegmentares.
2. O acréscimo de reformatações em pás de roda moinho às imagens reconstruídas em MIP de 2 mm não aumentou a sensibilidade, especificidade e acurácia na detecção de êmbolos nas artérias pulmonares, apesar de melhorar a visualização da continuidade desses êmbolos, principalmente, nas artérias centrais.

7 ANEXOS

ANEXO A - Ficha de leitura das falhas de enchimento das artérias pulmonares.

NOME: _____ IDADE: _____
RGHC: _____ DATA: _____

ARTÉRIAS PULMONARES PRINCIPAIS:

	DIREITA	ESQUERDA
C/ EMBOLOS		
S/ EMBOLOS		

ARTÉRIAS PULMONARES LOBARES:

	LOBO SUPERIOR DIREITO	LOBO MÉDIO	LOBO INFERIOR DIREITO
COM EMBOLOS			
SEM EMBOLOS			
INDETERMINADO			

	LOBO SUPERIOR ESQUERDO	LOBO INFERIOR ESQUERDO
COM EMBOLOS		
SEM EMBOLOS		
INDETERMINADO		

ARTÉRIAS PULMONARES SEGMENTARES:**LOBO SUPERIOR DIREITO:**

	RA1 APICAL	RA2 ANTERIOR	RRA3 POSTERIOR
COM EMBOLOS			
SEM EMBOLOS			
INDETERMINADO			

LOBO SUPERIOR ESQUERDO:

	LA1 APICAL	LA2 ANTERIOR	LA3 POSTERIOR
COM EMBOLOS			
SEM EMBOLOS			
INDETERMINADO			

LOBO MÉDIO DIREITO:

	RA4 LATERAL	RA5 MEDIAL
COM EMBOLOS		
SEM EMBOLOS		
INDETERMINADO		

LÍNGULA:

	LA4 SUPERIOR	LA5 INFERIOR
COM EMBOLOS		
SEM EMBOLOS		
INDETERMINADO		

LOBO INFERIOR DIREITO:

	RA6 SUPERIOR	RA7 B. MEDIAL	RA8 B. ANTER.	RA9 B. LATERAL	RA10 B. POSTER
C/ EMBOL					
S/ EMBOL					
INDETER					

LOBO INFERIOR ESQUERDO:

	LA6 SUPERIOR	LA7 B. MEDIAL	LA8 B. ANTER.	LA9 B. LATERAL	LA10 B. POSTER
C/ EMBOL					
S/ EMBOL					
INDETER					

ARTÉRIAS PULMONARES SUBSEGMENTARES:**LOBO SUPERIOR DIREITO:**

	RA1a POS	RA1b ANT	RA2a LAT	RA2b ANT	RA3a LAT	RA3b POS
C/ EMBOL						
S/ EMBOL						
INDETER						

LOBO SUPERIOR ESQUERDO:

	LA1a POST	LA1b ANT	LA2a LAT	LA2b ANT	LA3a LAT	LA3b POS
C/ EMBOL						
S/ EMBOL						
INDETER						

LOBO MEDIO DIREITO:

	RA4a POST	RA4b ANT	RA5a SUP	RA5b INF
C/ EMBOL				
S/ EMBOL				
INDETER				

LINGULA:

	LA4a POST	LA4b ANT	LA5a SUP	LA5b INF
C/ EMBOL				
S/ EMBOL				
INDETER				

LOBO INFERIOR DIREITO:

	RA6a+b SUP.MED	RA6c LAT	RA7a ANT	RA7b MED	RA8a LAT	RA8b BAS	RA9a LAT	RA9b BAS	RA10a LATEROB	RA10b MEDI OB
C/ EM										
S/ EM										
INDE										

LOBO INFERIOR ESQUERDO:

	LA6a+b SUP.MED	LA6c LAT	LA7a ANT	LA7b MED	LA8a LAT	LA8b BAS	LA9a LAT	LA9b BAS	LA10a LATEROB	LA10b MEDI OB
C/ EM										
S/ EM										
INDE										

A reconstrução em pás de roda moinho auxiliou na visualização dos êmbolos?

() sim () não

Artérias principais ou lobares()

Artérias segmentares ou subsegmentares ()

ANEXO B - Questionário aplicada, por telefone, aos pacientes com exame tomográfico negativo para tromboembolismo pulmonar, os quais eram acompanhados por 3 meses.

- 1- Quais os sintomas que trouxeram o Sr.(a) inicialmente ao hospital?
- 2- Os sintomas que o trouxeram inicialmente ao hospital voltaram a se repetir?
- 3- Após a sua alta hospitalar o Sr.(a) precisou voltar ao pronto atendimento por algum motivo? Qual?
- 4- Após a alta hospitalar o Sr.(a) apresentou algum sintoma como falta de ar, escarros com sangue ou dor torácica?
- 5- O Sr.(a) teve edema ou dor dos membros inferiores?
- 6- O Sr.(a) esta usando alguma medicação anticoagulante?

8 REFERÊNCIAS

Agresti, A. Categorical Data Analysis. New York: John Wiley & Sons. 558p. 1990.

Baile E, King GG, Muller NL, King GG, Muller NL, D'Yachkova Y, Coche EE, Pare PD, Mayo JR. Spiral computed tomography is comparable to angiography for the diagnosis of pulmonary embolism. Am J Respir Crit Care Med 2000; 161:1010-1015.

Bajc M, Bitzen U, Olsson B, Perez de Sa V, Palmer J, Jonson B. Lung ventilation/perfusion SPECT in the artificially embolized pig. J. Nucl. Med 2002; 43: 640-647.

Boyden EA. Segmental anatomy of the lung. New York: McGraw-Hill; 1995.

Blachere H, Latrabe V, Montaudon M, Valli N, Couffinhal T, Raheerisson C, Leccia F, Laurent F. Pulmonary embolism revealed on helical CT angiography: comparison with ventilation-perfusion radionuclide lung scanning. AJR Am J Roentgenol 2000; 174: 1041-1047.

Calhoun OS, Kuszyk BS, Heath DG, Carley JC, Fishman EK. Three-dimensional volume rendering of spiral CT data: theory and method. Radiographics. 1999;19:745-764.

Carson JL, Kelley MA, Duff A, Weg JG, Fulkerson WJ, Palevsky HI, Schwartz JS, Thompson BT, Popovich J Jr, Hobbins TE, et al. The clinical course of pulmonary embolism. N Engl J Med 1992; 326: 1240-5.

Chiang EE, Boiselle PM, Raptopoulos V, Reynolds KF, Rosen MP, Simon M. Detection of pulmonary embolism: comparison of paddlewheel and coronal ct reformations-initial experience. Radiology 2003; 228:577-582.

Clinical policy. Critical issues in the evaluation and management of Adult Patients presenting with suspected pulmonary embolism. *Ann Emerg Med.* 2003; 41:257-270.

Dalen JE, Alpert JS. Natural history of Pulmonary embolism. *Prog Cardiovas Dis* 1975; 17: 259-70.

Diffin D, Leyendecker JR, Johnson SP, Zucker RJ, Grebe PJ. Effect of anatomic distribution of pulmonary emboli on interobserver agreement in the interpretation of pulmonary angiography. *AJR Am J Roentgenol* 1998; 171: 1085-1089.

Fraser RS, Müller N, Colman N, Paré PD. Thrombosis and thromboembolism. *Diagnosis of Diseases of the Chest.* WB Saunders Company, Philadelphia; 1999, 1773- 1843;

Garg K, Welsh CH, Feyerabend AJ, Subber SW, Russ PD, Johnston RJ, Durham JD, Lynch DA. Pulmonary embolism: diagnosis with spiral CT and ventilation-perfusion scanning-correlation with pulmonary angiographic results or clinical outcome. *Radiology* 1998; 208: 201-208.

Ghaye B, Remy J, Remy-Jardin M. Non- traumatic thoracic emergencies: ct diagnosis of acute pulmonary embolism: the first 10 years. *Eur Radiol* 2002; 12:1886-1905.

Ghaye B, Szapiro D, Mastora I, Dellannoy V, Duhamel A, Remy J, Remy-Jardin M. Peripheral pulmonary arteries: how far in the lung does multi-detector row spiral CT allow analysis? *Radiology* 2001; 219:629-636.

Ginsberg JS, Wells PS, Kearon C, Anderson D, Crowther M, Weitz JI, Bormanis J, Brill-Edwards P, Turpie AG, MacKinnon B, Gent M, Hirsh J. Sensitivity and specificity of a rapid whole blood assay for D-dimer in the diagnosis of pulmonary embolism: *Ann intern Med.* 1998; 129:1006-1011.

Goodman LR, Curtin JJ, Mewissen MW, Foley WD, Lipchik RJ, Crain MR, Sagar KB, Collier BD. Detection of pulmonary embolism in patients with unresolved clinical and scintigraphic diagnosis: helical CT versus angiography. *AJR Am J Roentgenol* 1995; 164:1369-1374.

Goodman LR, Lipchik RJ, Kuzo RS, Liu Y, McAuliffe TL, O'Brien DJ. Subsequent pulmonary embolism: risk after a negative helical CT pulmonary angiogram—prospective comparison with scintigraphy. *Radiology* 2000; 215:535-542.

Gruden JF, Ouanounou S, Tigges S, Norris SD, Klausner TS. Incremental benefit of maximum-intensity-projection images on observer detection of small pulmonary nodules revealed by multidetector CT. *AJR Am J Roentgenol* 2002; 179:149-157.

Gurney JW. No fooling around: direct visualization of pulmonary embolism. *Radiology* 1993; 188:618-619.

Henschke CI, Mateescu I, Yankelevitz DF. Changing practice patterns in the workup of pulmonary embolism. *Chest* 1995; 107: 940-945.

Herold CJ. Spiral computed tomography of pulmonary embolism. *Eur Respir J* 2002; 19: Suppl. 35, 13s-21s.

Heuschmid M, Mann C, Luz O, Mahnken AH, Reimann A, Claussen CD, Kopp AF. Detection of pulmonary embolism using 16-slice multidetector-row computed tomography: evaluation of different image reconstruction parameters. *J Comput Assist Tomogr*. 2006; 30(1):77-82.

Hu H, He HD, Foley WD, Fox SH. Four multidetector-row helical CT: image quality and volume coverage speed. *Radiology* 2000; 215:55-62.

Hull R, Raskob GE, Ginsberg JS, Panju AA, Brill-Edwards P, Coates G, Pineo GF. A noninvasive strategy for the treatment of patients with suspected pulmonary embolism: Arch Intern Med 1994; 154: 289-297.

Jackson CL, Huber JF. Correlated applied anatomy of the bronchial tree and lung with a system: diseases. Chest 1943; 9: 319-326.

Jeong YJ, Lee KS, Yoon YC, Kim TS, Chung MJ, Kim S. Evaluation of small pulmonary arteries by 16-slice multidetector computed tomography. Optimum slab thickness in condensing transaxial images converted into maximum intensity projection images. J Comput Assist Tomogr 2004 28(2): 195- 203.

Kearon C. Diagnosis of pulmonary embolism. CMAJ, 2003;168 (2); 183- 194.

Kearon C, Hirsh J. The diagnosis of pulmonary embolism. Hemostasis. 1995; 25:72-87.

Kline JA, Israel EG, Michelson EA, ONeil BJ, Plewa MC, Prtelli DC Diagnostic accuracy of a bedside D-dimer assay and alveolar dead-space measurement for rapid exclusion of pulmonary embolism: a multicenter study. JAMA 2001; 285: 761-8.

Kline JA, Nelson RD, Jackson RE, Courtney DM. Criteria for the safe use of D-dimer testing in emergency department patients with suspected pulmonary embolism: a multicenter US study. Ann Emerg Med 2002; 39: 144-152 (II).

Lee AYY, Ginsberg JS. Laboratory diagnosis of venous thromboembolism. Baillieres Clin Haematol 1998; 11: 587-604.

Lee ET, Wang JW. Statistical methods for survival data analysis. 3rd ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons; 2003. 513p.

Loud PA, Grossman ZD, Klippenstein DL, Ray CE. Combined CT venography and pulmonary angiography: a new diagnostic technique for suspected thromboembolic disease. *AJR Am J Roentgenol* 1998; 170: 951-4.

Loud PA, Katz DS, Klippenstein DL, Shah RD, Grossman ZD. Combined CT venography and pulmonary angiography in suspected thromboembolic disease: diagnostic accuracy for deep venous evaluation. *AJR AM J Roentgenol* 2000; 174: 61-65.

Mayo JR, Remy-Jardin M, Müller NL, Remy J, Worsley DF, Hossein-Foucher C, Kwong JS, Brown MJ. Pulmonary embolism: prospective comparison of spiral CT with ventilation-perfusion scintigraphy. *Radiology* 1997; 205: 447-452.

Meaney J, Weg JG, Chenevert TL, Stafford-Johnson D, Hamilton BH, Prince MR. Diagnosis of pulmonary embolism with magnetic resonance angiography. *N Engl J. Med* 1997; 336: 1422-1427.

Mills SR, Jackson DC, Older RA, Heaston DK, Moore AV. The incidence, etiologies, and avoidance of complications of pulmonary angiography in a large series. *Radiology* 1980; 136: 295-299.

Miniati M, Prediletto R, Formichi B, Marini C, Di Ricco G, Tonelli L, Allescia G, Pistolesi M. Accuracy of clinical assessment in the diagnosis of pulmonary embolism. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 864-71.

Nordstrom M, Lindblad B. Autopsy-verified venous thromboembolism within a defined urban population-city of Malmo, Sweden. *Apmis* 1998; 106: 378-84.

Oser RF, Zuckerman DA, Gutierrez FR, Brink JA. Anatomic distribution of pulmonary emboli at pulmonary angiography: implications for cross sectional imaging. *Radiology* 1996; 199:31-35.

Oudkerk M, van Beek EJ, Wielopolski P, van Ooijen PM, Browsers-Kuyper EM, Bongerts AH, Berghout A. Comparison of contrast-enhanced magnetic resonance angiography and conventional pulmonary angiography for the diagnosis of pulmonary embolism: a prospective study. *Lancet* 2002; 359: 1643-1647.

Palmer J, Bitzen U, Jonson B, Bajc M. Comprehensive ventilation/ perfusion SPECT. *J Nucl Med* 2001; 42: 1288-1294.

Patel S, Kaferooni EA, Cacade N. Pulmonary embolism: optimization of CT. *Radiology* 2003; 227: 455- 460.

Patriquin L, Khorasani R, Polak JF. Correlation of diagnostic imaging and subsequent autopsy findings in patients with pulmonary embolism. *AJR Am J Roentgenol* 1998; 171:347-349.

Perrier A, Desmarais S, Miron MJ, De Moerloose P, Lepage R, Slosman D, Didier D, Unger PF, Patemaude JV, Bounameaux H. Non-invasive diagnosis of venous thromboembolism in outpatients. *Lancet* 1999; 353:190-5.

Piccioli A, Prandoni P, Goldhaber SZ. Epidemiologic characteristic, management, and outcome of deep venous thrombosis in terciary-care hospital: The Brigham and Women's Hospital DVT registry. *Am Heart J* 1996; 132: 1010-1014.

PIOPED Investigators. Value of the ventilation/ perfusion scan in acute pulmonary embolism: results of the Prospective Investigation of Pulmonary Embolism Diagnosis (PIOPED). *JAMA* 1990; 263:2753-2759.

PIOPED Investigators. Diagnostic pathways in acute pulmonary embolism: recommendations of the PIOPED II Investigators. *Radiology*. 2007 Jan; 242(1): 15-21.

PIOPED Investigators. Multidetector computed tomography for acute pulmonary embolism. *N Engl J Med*. 2006 Jun 1; 354(22): 2317-27.

Prologo JD, Glauser J. Variable diagnostic approach to suspected pulmonary embolism in the ED of a major academic tertiary care center. *Am J Emerg Med* 2002; 20:5-9.

Qanadli SD, Hajjam ME, Mesurolle B, Barre O, Bruckert F, Joseph T, Mignon F, Vieillard-Baron A, Dubourg O, Lacombe P. Pulmonary embolism detection: prospective evaluation of dual-detector row helical CT versus selective pulmonary arteriography in 157 patients. *Radiology* 2000; 217:447-455.

Raptopoulos V, Boiselle PM. Multi-detector row CT pulmonary angiography: comparison with single-detector row spiral CT. *Radiology* 2001; 221:606- 613.

Remy-Jardin M, Mastora I, Remy J. Pulmonary embolus imaging with multislice CT. *Radiol Clin N Am* 41 2003; 507 – 519.

Remy-Jardin M, Remy J, Artaud D, Deischilder F, Duhamel A. Peripheral pulmonary arteries: optimization of the spiral CT acquisition protocol. *Radiology* 1997; 204:157-163.

Remy-Jardin M, Remy J, Baghaie F, Fribourg M, Artaud D, Duhamel A. Clinical value of thin collimation in the diagnostic work up of pulmonary embolism. *AJR*. 2000; 175:407-1

Remy-Jardin M, Remy J, Cauvain O, Petyt L, Wannebroucq J, Beregi JP. Diagnosis of central pulmonary embolism with helical CT: role of two-dimensional multiplanar reformations. *AJR Am J Roentgenol* 1995; 165:1131-1138.

Remy-Jardin M, Remy J, Deschildre F, Artaud D, Beregi JP, Hossein-Foucher C, Marchandise X, Duhamel A. Diagnosis of pulmonary embolism with spiral CT: comparison with pulmonary angiography and scintigraphy. *Radiology* 1996; 200:699-706.

Remy-Jardin M, Remy J. Spiral CT angiography of the pulmonary circulation. *Radiology* 1999; 212:615-636.

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: 381-387.

Remy-Jardin M, Tillie-Leblond I, Szapiro D, Ghaye B, Cotte L, Mastora I, Delannoy V, Remy J. CT angiography of pulmonary embolism in patients with underlying respiratory disease: impact of multislice CT on image quality and negative predictive value. *Eur Radiol* 2002; 12:1971-1978.

Rydberg J, Buckwalter KA, Caldemeyer KS, Philips M D, Conces Df, Aisen AM, Persohn MS, Kopecky KK. Multisection CT: scanning tecnics and clinical aplication. *Radiographics* 2000; 20:1787-1806.

Sanson BJ, Lijmer JG, Mac Gillavry MR, Turkstra F, Prins M, Buller H. Comparison of a clinical probability estimate and two clinical models in patients with suspected pulmonary embolism. *Thromb Haemost* 2002; 83: 199-203.

Saro , Campo JF, Hernandez MJ, Anta M, Oimos JM, Gonzalez-Macias J, Riancho JA. Diagnostic approach to patients with suspected pulmonary embolism: a report from the real world. *Postgrad Med J*. 1999 Oct; 75(883): 285-8.

Schibany N, Fleischmann D, Thallinger C, Schibany A, Hahne J, Ba-Ssalamah A, Herold CH. Equipment availability and diagnostic strategies for suspected pulmonary embolism in Austria. *Eur Radiol* 2001; 11: 2287-2294.

Schoepf UJ, Castello P. CT angiography for diagnosis of pulmonary embolism: state of the art. *Radiology*. 2004; 230: 329-337.

Schoepf UJ, Holzknecht N, Helmberger TK, Crispin A, Hong C, Becker CR, Reiser MF. Subsegmental pulmonary emboli: improved detection with thin-collimation multi-detector row spiral CT. *Radiology* 2002; 222:483-490.

Sostman HD, Ravin CE, Sullivan DC, Mills SR, Glickman MG, Dorfman GS. Use of pulmonary angiography for suspected pulmonary embolism: influence of scintigraphic diagnosis. *AJR* 1982; 136: 673-677.

Stein PD, Athanasoulis C, Alavi A, Greenspan RH, Hales CA, Saltzman HA, Vreim CE, Terrin ML, Weg JG. Complications and validity of pulmonary angiography in acute pulmonary embolus. *Circulation* 1992; 85: 462-468.

Stein PD, Henry JW, Gottschalk A. Reassessment of pulmonary angiography for the diagnosis of pulmonary embolism: relation of interpreter agreement to the order of the involved pulmonary arterial branch. *Radiology* 1999; 210: 689-691.

Stein PD, Hull RD, Patel KG, Olson RE, Ghali WA, Brant R, Biel RK, Bharadia V, Kalra NK. D-dimer for the exclusion of deep venous thrombosis and acute pulmonary embolism: a systemic review. *Ann Intern Med* 2004;140(8):589-602.

Stein PD, Hull RD, Saltzman HA, Pineo G. Strategy for diagnosis of patients with suspected acute pulmonary embolism. *Chest* 1993; 103:1553-1559.

Stein PD, Gottschalk A. Review of criteria appropriate for a very low probability of pulmonary embolism on ventilation-perfusion lung scans: a position paper. *RadioGraphics* 2000; 20:99-105.

Stein PD, Relyea B, Gottschalk A. Evaluation of individual criteria for low probability interpretation of ventilation-perfusion lung scans. *J Nucl Med* 1996; 37:577-581

van Beek EJ, Küijer PM, Buller HR, Brandjes DP, Bossuyt PM, Cate JW. The clinical course of patients with suspected pulmonary embolism. *Arch Intern Med* 1997; 157:2593-2598.

van Beek EJ, Schenk BE, Michel BC, van den Ende B, Brandjes DP, van der Heyde YT, Bossuyt PM, Buller HR. The role of plasma D-dimer concentration in the exclusion of pulmonary embolism (published correction appears in *Br J Haematol*. 1996; 95: 218). *Br J Haematol* 1996; 82: 1588-1592.

van Rossum AB, Pattynama PM, Mallens WM, Hermans J, Heijerman HG. Can helical CT replace scintigraphy in the diagnostic process in suspected pulmonary embolism ? a retrospective-prospective cohort study focusing on total diagnostic yield. *Eur Radiol*. 1998; 8:90-96.

van Rossum AB, Pattynama PM, Ton ET, Kieft GJ. Spiral CT appearance of resolving clots at 6 week follow-up after acute pulmonary embolism. *J Comput Assist Tomogr* 1998;22 (3): 413-417.

van Rossum AB, Pattynama PM, Ton ET, Treuniet FEE, Arndt J W, van Eck B. Pulmonary embolism: validation of spiral ct angiography in 149 patients. *Radiology* 1996; 201: 467-470.

Washington L, Lawrence RG, Gonyo MB. Ct for tromboembolic disease. *Radiol Clin N Am* 2002; 40: 751-771.

Wells PS, Anderson DR, Rodger M, Stiell I, Dreyer JF, Barnes D, Forgie M, Kovacs G, Ward J, Kovacs MJ. Excluding pulmonary embolism at the bedside without diagnostic imaging: management of patients with suspected pulmonary embolism presenting to the emergency department by using a simple clinical model and d-dimer. *Ann Intern Med* 2001; 135: 98-107.

Wells PS, Ginsberg JS, Anderson DR, Kearon C, Gent M, Turpie AGG, Bormanis J, Weitz J, Chamberlain M, Bowie D, Barnes D, Hirsh J. Use of a clinical model for safe management of patients with suspected pulmonary embolism. *Ann Intern Med* 1998; 129: 997-1005.

Wicki J, Perneger TV, Junod AF, Bounameaux H, Perrier A. Assessing clinical probability of pulmonary embolism in the emergency ward: a simple score. *Arch Intern Med* 2001; 161: 92-7.