

Curso de diagnóstico por imagem do tórax

Capítulo IV – Tomografia computadorizada de alta resolução (TCAR) nas doenças das pequenas vias aéreas

ARTHUR SOARES DE SOUZA JUNIOR¹

INTRODUÇÃO

O termo *pequenas vias aéreas* é usualmente utilizado para definir vias aéreas com calibre de 3mm ou menores, sendo a vasta maioria representada por bronquíolos. Os bronquíolos estão divididos em bronquíolos membranosos, que funcionam puramente como vias condutoras de ar, e bronquíolos respiratórios, que estão envolvidos na respiração. Os bronquíolos têm cerca de 0,5 a 1mm de diâmetro. As pequenas vias aéreas contribuem muito pouco para a resistência pulmonar, devido a seu grande número e grande área de superfície. Portanto, é necessário que haja significativo dano das pequenas vias aéreas para que os pacientes se tornem sintomáticos e que se encontrem alterações nas provas de função pulmonar. Lesões das pequenas vias aéreas podem ter origem nessas estruturas ou ser resultado da extensão de doenças envolvendo brônquios maiores ou o parênquima pulmonar⁽¹⁾.

Embora a radiografia simples do tórax tenha papel relevante na avaliação das doenças das pequenas vias aéreas, foi com o advento da tomografia computadorizada de alta resolução (TCAR), que possibilitou o estudo das estruturas intralobulares, que a imagem passou a representar ferramenta de importância para avaliação dessas doenças.

A avaliação eficiente das alterações encontradas na TCAR nas doenças das pequenas vias aéreas requer o conhecimento da anatomia normal do lóbulo pulmonar secundário. O lóbulo pulmonar secundário, que mede de 10 a 25mm de diâmetro, é definido como a menor porção de pulmão envolvida por septo de tecido conjuntivo⁽¹⁾. O bronquíolo e o ramo da artéria pulmonar que supre o lóbulo pulmonar secundário estão localizados em seu centro (estruturas centrolobulares), enquanto as veias estão situadas na periferia, no interior do septo interlobular. O bronquíolo alveolar divide-se em três ou mais bronquíolos membranosos terminais, que se subdividem em bronquíolos respiratórios e, posteriormente, em dutos

Siglas e abreviaturas utilizadas neste trabalho

TCAR – Tomografia computadorizada de alta resolução

BOOP – Bronquiolite obliterante com pneumonia em organização

POC – Pneumonia em organização criptogênica

alveolares. A localização dos bronquíolos contribui para a característica distribuição centrolobular das anormalidades bronquiolares na TCAR. Os bronquíolos no interior do lobo pulmonar secundário medem menos do que 1mm de diâmetro e apresentam paredes com espessura menor que 0,1mm⁽²⁾. Esta espessura está abaixo do limite de visibilidade da TCAR; portanto, os bronquíolos intralobulares normais são muito pequenos para ser vistos⁽³⁾. Sob condições normais a única estrutura centrolobular visibilizada na TCAR é a arteríola pulmonar. Qualquer outra opacidade centrolobular é anormal.

Atualmente, a TCAR é a melhor técnica de obtenção de imagem para diagnóstico das doenças das pequenas vias aéreas⁽⁴⁾. Os valores das janelas influenciam a aparente dimensão das pequenas estruturas, particularmente dos bronquíolos⁽⁵⁾. A medida do diâmetro das vias aéreas é mais acurada com o nível de -450H⁽⁶⁾. Entretanto, não é frequentemente utilizada na prática diária porque promove visibilização subótima do parênquima pulmonar. Nível em torno de -700H e abertura de janela em torno de 1.500H promovem ótima definição, tanto das vias aéreas como do parênquima pulmonar. Outro fator importante é a manutenção dos mesmos parâmetros de janela desde a primeira até a última imagem no momento de registrá-las.

É recomendado protocolo com cortes de 1mm de colimação com 10mm de incremento em inspiração máxima em combinação com cinco ou seis cortes com colimação de 1mm em expiração máxima, desde o arco aórtico até o nível do diafragma direito. As imagens obtidas em expiração são essenciais para detecção de aprisionamento de ar⁽¹⁾.

ACHADOS DA TCAR NAS DOENÇAS DE PEQUENAS VIAS AÉREAS

Os achados da TCAR em pacientes com bronquiolite podem ser classificados em dois grupos: espessamento das paredes bronquiolares e obstrução da luz bronquilar.

1. Professor Assistente da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto; Médico do Instituto de Radiodiagnóstico Rio Preto; Chefe do Serviço de Imagem da Santa Casa de São José do Rio Preto.

Endereço para correspondência – Arthur Soares de Souza Junior, Rua Cila, 3.033 – 15015-8000 – São José do Rio Preto, SP. Tel. (17) 233-2611, fax (17) 232-2104, E-mail: asouzajr@zaz.com.br

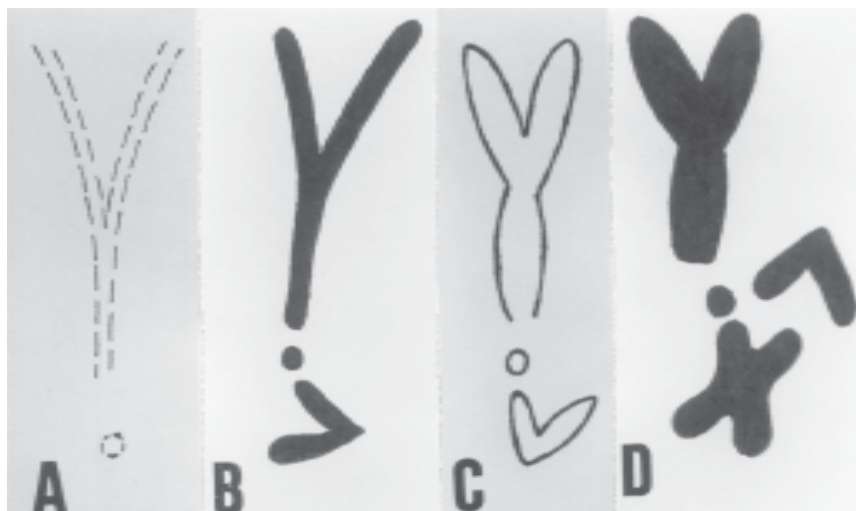


Figura 1 – Esquema dos padrões de doença das pequenas vias aéreas com os sinais diretos de doença das pequenas vias aéreas na TCAR. *A) Normal. As pequenas vias aéreas não são visíveis. B) Via aérea preenchida, com obliteração da luz. C) Pequena via aérea ectasiada com espessamento da parede. D) Pequena via aérea ectasiada e preenchida ou com espessamento parietal e obliteração da luz.*

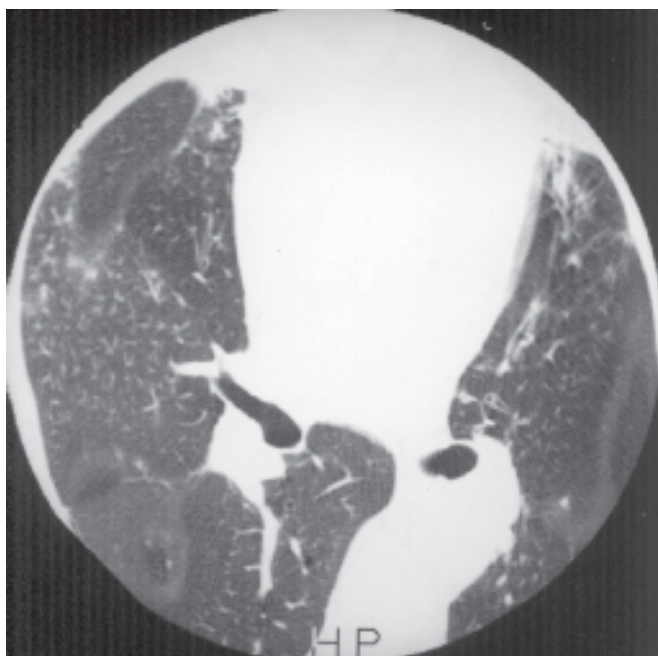


Figura 2 – Corte angulado de 1mm de espessura, mostrando múltiplas imagens de preenchimento da luz das pequenas vias aéreas, na topografia do lobo médio, determinando o aparecimento de pequenos nódulos e imagens em "V", com aspecto ramificado, denominadas árvore em brotamento

O espessamento das paredes bronquiolares pode ser detectado pela TCAR como opacidade linear ou ramificada centrolobular, quando os bronquíolos permanecem no plano do corte (longitudinal) e, como nódulos centrolobulares, quando ficam perpendiculares ao plano do corte (Figura 1). A estru-

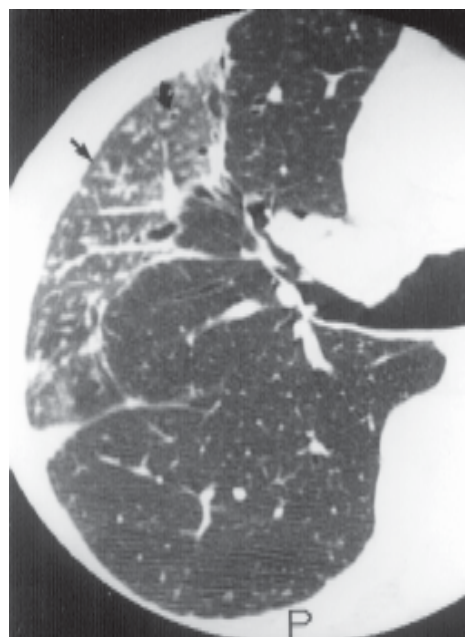
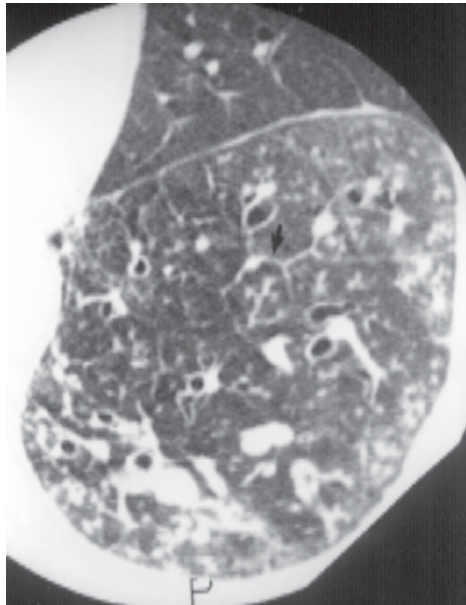


Figura 3 – Corte com colimação de 1mm na altura do brônquio do lobo superior mostrando bronquíolos com aumento de calibre. A seta reta mostra o típico aspecto de árvore em brotamento. A seta curva mostra bronquíolo ectasiado e com paredes espessas.

tura ramificada centrolobular apresenta o aspecto característico de árvore em brotamento (Figura 2). Os bronquíolos com paredes espessadas podem apresentar-se dilatados e preenchidos por secreção, tornando-se mais facilmente detectáveis (Figuras 3 e 4).

A obstrução da luz bronquiolar causa hipóxia do tecido pulmonar subventilado, vasoconstricção reflexa e aprisionamento de ar. A combinação de vasoconstricção local e aprisionamento de ar resulta na diminuição da atenuação da área

Figura 4 – Corte com colimação de 1mm na base pulmonar esquerda, mostrando bronquíolos ectasiados com múltiplas opacidades nodulares e ramificadas, na periferia, representando doença do espaço aéreo distal. A seta mostra lóbulo pulmonar secundário com septos espessados e, em seu interior, opacidade em árvore em brotamento.



pulmonar afetada. Ocorre redistribuição do fluxo sanguíneo para áreas de pulmão normal, que, portanto, apresentam maior atenuação. Essas alterações usualmente apresentam distribuição em retalho e mostram áreas adjacentes de pulmão anormal hipoatenuante e normal hiperatenuante relativamente hiperperfundido. Essa combinação é conhecida como *atenuação em mosaico* ou *perfusão em mosaico* (Figura 5).

A redução volumétrica do pulmão, que ocorre na expiração, normalmente resulta em aumento uniforme da atenuação. Obstrução e estenose da luz bronquiolar levam a aprisionamento aéreo nas imagens expiratórias, causando redução da atenuação e menor perda de volume do que no pulmão normal⁽⁷⁾. As imagens expiratórias acentuam discretas diferenças entre o pulmão normal e o anormal, que podem ou não ser vistas na TCAR inspiratória⁽⁸⁾. Existem várias armadilhas na detecção do aprisionamento aéreo. Aprisionamento aéreo focal pode ser visto em TCAR normal, particularmente no segmento superior do lobo inferior^(7,8).

Atualmente, a bronquiolite é classificada em cinco grandes grupos: 1) bronquiolite celular, 2) bronquiolite constritiva, 3) bronquiolite obliterante com pólipos intraluminais, 4) bronquiolite respiratória e 5) pambronquiolite difusa.

Bronquiolite celular

Apresenta-se histologicamente como inflamação aguda e crônica dos bronquíolos associada a necrose epitelial (daí ser chamada de bronquiolite celular). Como as pequenas vias aéreas nos adultos contribuem menos para a resistência pulmonar total, a bronquiolite celular (infecciosa aguda) pode poupar os adultos dos sintomas graves característicos em crianças. A bronquiolite infecciosa em adultos, que usual-

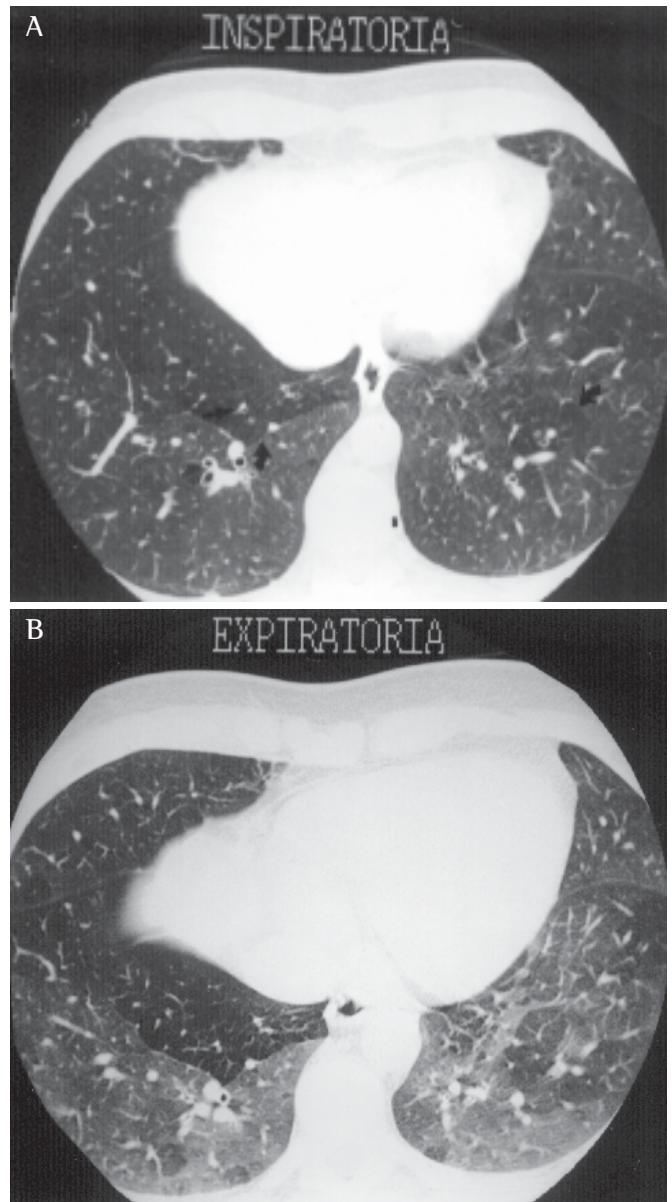


Figura 5 – A) Atenuação em mosaico ou perfusão em mosaico. Imagem obtida em inspiração. Existem áreas hipoatenuantes (setas curvas), que são hipoperfundidas. No interior destas áreas nota-se redução do calibre dos vasos, particularmente da artéria que acompanha o bronquíolo, o qual apresenta espessamento parietal (seta reta). Nas regiões hiperatenuantes nota-se que as artérias que acompanham os brônquios são mais calibrosas que o normal, denotando área de hiperperfusão. B) Aprisionamento aéreo. Imagem obtida em expiração. As áreas hipoperfundidas apresentam aprisionamento aéreo e não mostram redução volumétrica expiratória. As imagens em expiração definem com mais nitidez as regiões de pulmão normal e doente.

mente é reversível, pode ser causada por infecções virais, pneumonia por micoplasma ou por aspergilose invasiva e cursa em associação com alveolite alérgica extrínseca, asma, bronquite crônica e bronquiectasia⁽⁹⁾.

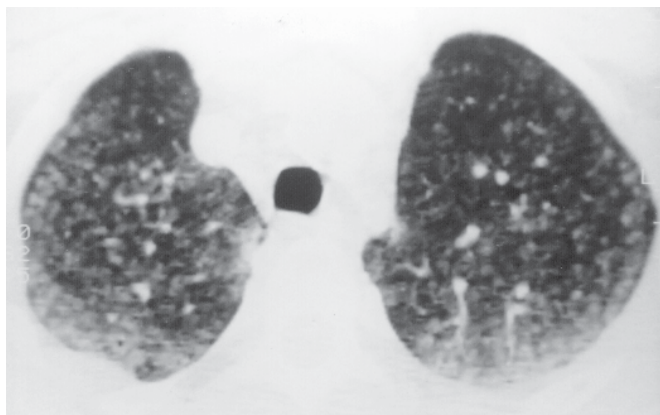


Figura 6 – Bronquiolite celular por pneumonia por hipersensibilidade (homem, 38 anos). O corte ao nível da croça da aorta revela múltiplos nódulos centrolobulares.

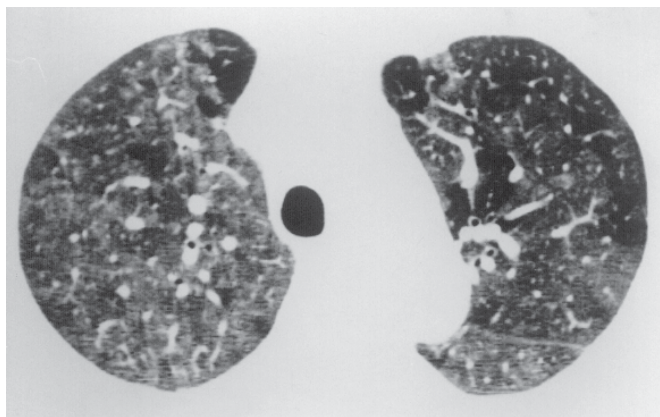


Figura 7 – Bronquiolite celular por pneumonia por hipersensibilidade (mulher, 68 anos). Atenuação em vidro fosco, com perfusão em mosaico e nódulos centrolobulares.

As alterações visibilizadas na TCAR são representadas pela inflamação das paredes bronquiolares e consistem predominantemente de estruturas ramificadas e nódulos centrolobulares. Nos casos de infecção, áreas focais de consolidação podem ser vistas pela presença de broncopneumonia. A bronquiolite celular é, em geral, o maior componente da pneumonia por hipersensibilidade, sendo responsável pelo aparecimento dos nódulos centrolobulares característicos observados na TCAR desses pacientes (Figura 6), enquanto a alveolite determina a atenuação em vidro fosco (Figura 7). A atenuação em mosaico é vista em mais de 86% dos pacientes portadores de pneumonia por hipersensibilidade⁽¹⁰⁾.

Asmáticos podem apresentar alterações de grandes e de pequenas vias aéreas. A comparação dos achados de TCAR em asmáticos com os de indivíduos normais demonstra que o espessamento da parede brônquica se correlaciona com a gravidade da obstrução ao fluxo aéreo. O grau de aprisionamento aéreo também está relacionado com a gravidade da

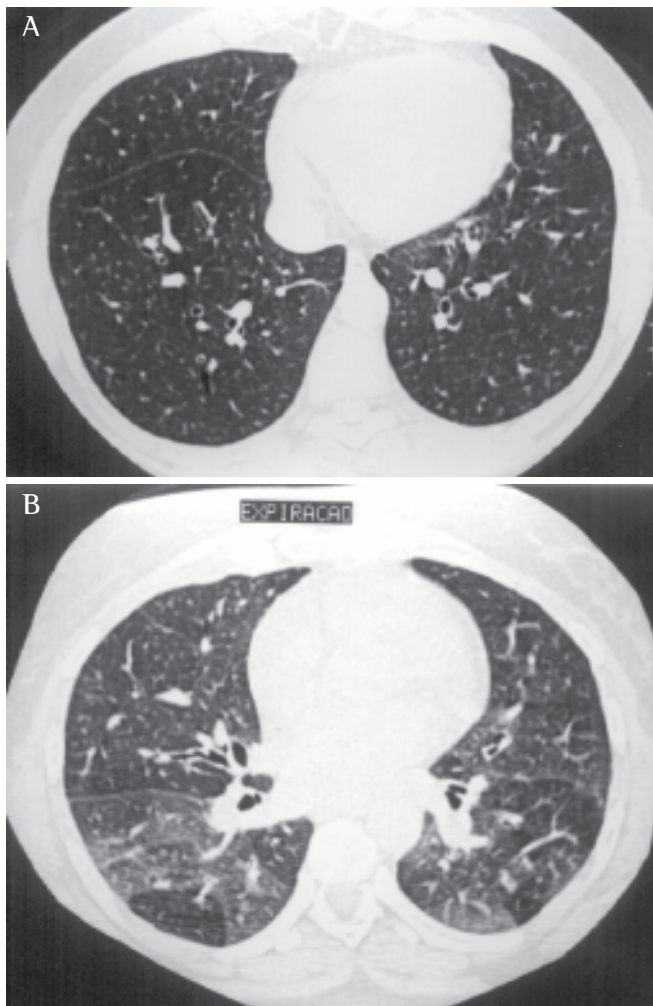


Figura 8 – Bronquiolite celular por asma (mulher, 48 anos). A) Imagem obtida em inspiração revela espessamento das paredes brônquicas. B) Imagem em expiração no mesmo nível mostra aprisionamento aéreo.

asma⁽¹¹⁾. Em alguns casos o grau da anormalidade brônquica é discreta e o aprisionamento aéreo nas imagens obtidas em expiração é o achado principal da TCAR (Figura 8). Esses achados tomográficos correlacionam-se com o achado histológico de significativo espessamento das paredes bronquiolares nos asmáticos em comparação com normais⁽¹²⁾.

Bronquiolite constrictiva

É caracterizada histologicamente por fibrose peribrônquica e submucosa, que causa estenose extrínseca concêntrica, reduzindo a luz bronquiolar, e ausência ou presença de inflamação mínima⁽¹⁾. Essas alterações determinam obstrução crônica ao fluxo aéreo. A gravidade do quadro clínico depende da proporção dos bronquíolos envolvidos e do grau de estenose. Pode ser observada como resultado de infecção viral na infância, pneumonia por micoplasma ou inalação de gases tóxicos. É uma das manifestações mais comuns em pa-

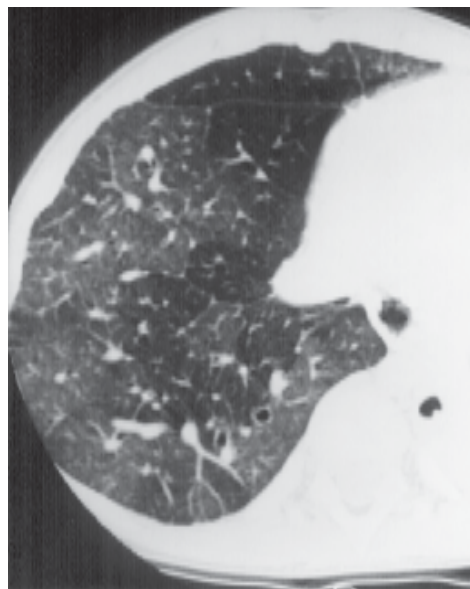


Figura 9
Bronquiolite
constrictiva
(homem,
2 anos).
Perfusão em
mosaico e
aumento do
calibre dos
brônquios.

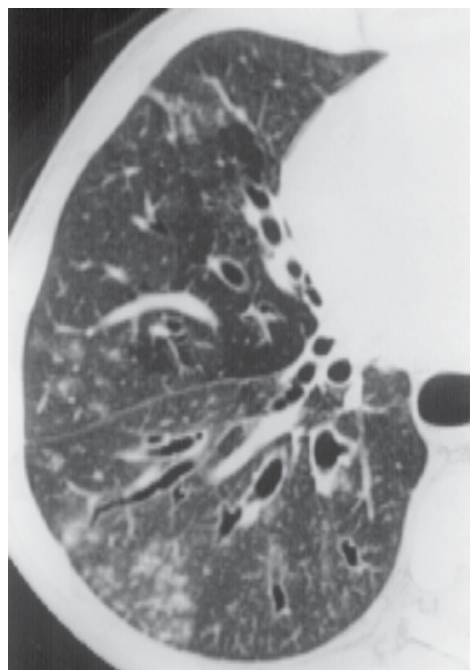


Figura 10
Bronquiolite
constrictiva
(homem,
5 anos). Ectasia
dos brônquios
e opacidades
centrolobulares
acometendo
o espaço
aéreo distal.

cientes com doença vascular do colágeno, particularmente artrite reumatóide em tratamento com penicilamida. É vista, ainda, como manifestação na doença de reação do hospedeiro em transplante de medula óssea, rejeição crônica nos transplantados de pulmão e de coração-pulmão. Raramente está associada a doença intestinal inflamatória⁽¹⁾. Pode estar associada a hiperplasia das células neuroendócrinas do pulmão. Em adultos a bronquiolite constrictiva pode resultar de bronquiolite infecciosa.

Os achados da TCAR são atenuação em mosaico (Figura 9), dilatação brônquica (Figura 10) e aprisionamento aéreo

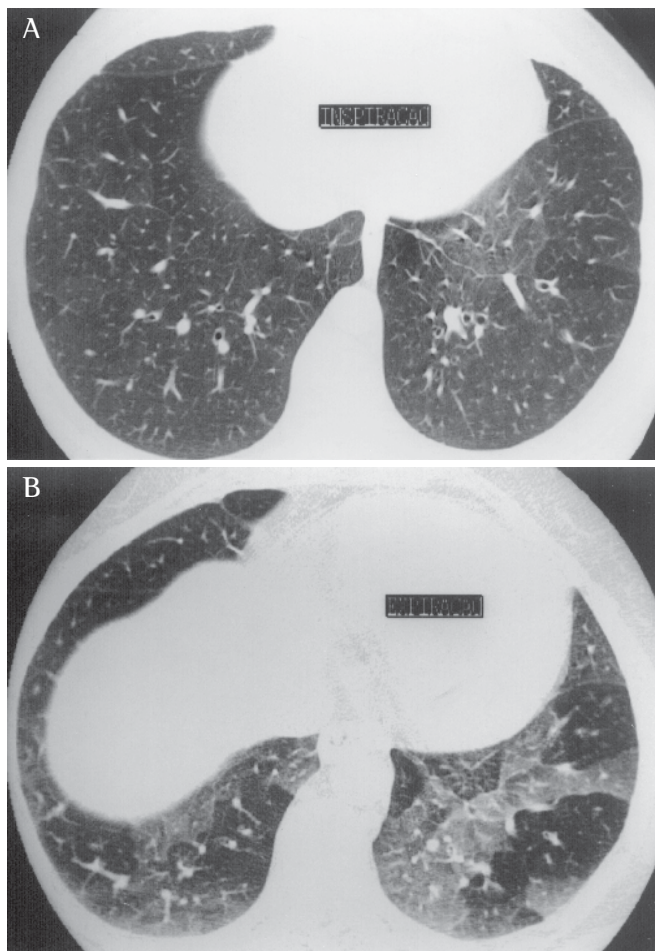


Figura 11 – Bronquiolite constrictiva secundária a infecção (mulher, 37 anos). A) Imagem em inspiração revela discreta atenuação em mosaico. B) Imagem em expiração mostra melhor as anormalidades.

(Figura 11). Na maioria dos casos de bronquiolite constrictiva os principais achados são perfusão em mosaico e aprisionamento aéreo. Caracteristicamente, existe redução da atenuação pulmonar segmentar, lobar ou de grandes áreas. Notam-se áreas com redução do calibre dos vasos adjacentes às de pulmão normalmente ventilado com aumento da perfusão. As áreas hipoatenuantes são resultado da combinação do aprisionamento aéreo, devido à obstrução parcial da luz bronquiolar e hipoperfusão secundária à vasoconstricção reflexa devida à hipoventilação⁽¹¹⁾. A detecção de aprisionamento aéreo será facilitada se forem obtidas imagens em expiração. As anormalidades são usualmente em retalho, resultando no padrão de atenuação em mosaico e perfusão em mosaico. Ocasionalmente, esses achados podem afetar apenas um pulmão, como é característico na síndrome de Swyer-James (bronquiolite constrictiva pós-infecciosa resultante de bronquiolite aguda, usualmente viral, ocorrida na infância) (Figura 12). Na TCAR observam-se pulmão hipoatenuante unilateral, bronquiectasia e redução da vasculatura⁽¹³⁾.

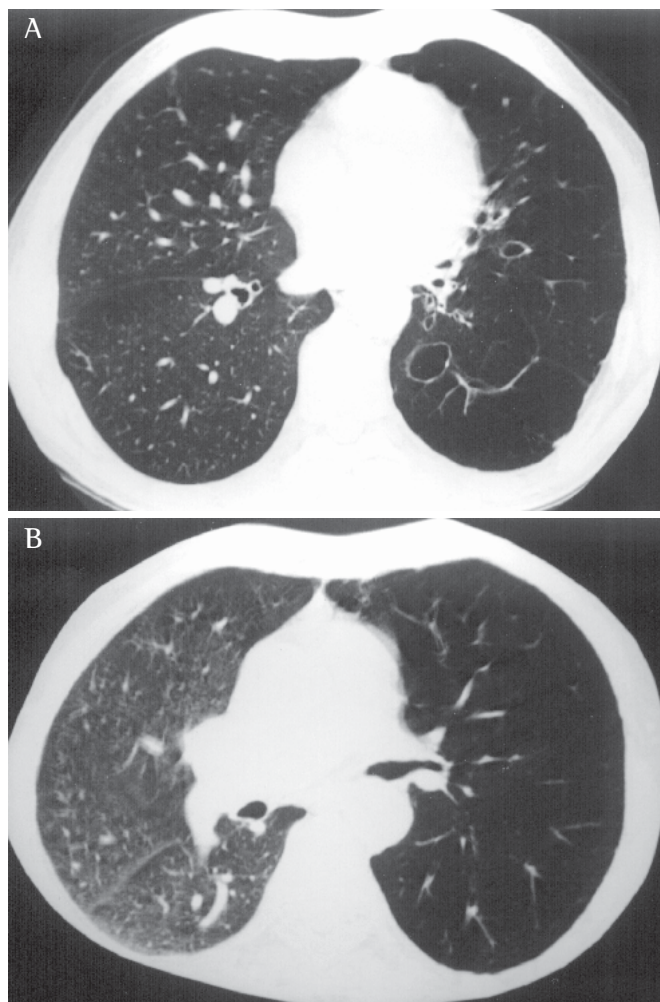


Figura 12 – Síndrome de Swyer-James (homem, 56 anos). **A)** Imagem em inspiração mostra pulmão direito normal e pulmão esquerdo hipotenso com redução das marcas vasculares. Existem, ainda, imagens de bronquiectasias no pulmão esquerdo. **B)** Imagem em expiração mostra acentuado aprisionamento aéreo do pulmão esquerdo.

Nos pacientes com transplante de pulmão e coração-pulmão, usualmente, o primeiro e mais importante achado é a dilatação brônquica, particularmente nos lobos inferiores. Este achado é, em geral, identificado antes que outras alterações do espaço aéreo sejam detectadas na TCAR⁽¹⁴⁾.

Bronquiolite obliterante com pólipos intraluminais

Esta condição foi chamada anteriormente de bronquiolite proliferativa e é caracterizada histologicamente pela presença de pólipos de tecido de granulação na luz dos bronquíolos e dos dutos alveolares⁽¹⁾. Na maioria dos casos está associada a áreas de pneumonia em organização com distribuição em retalho. Esta combinação de pneumonia em organização, pólipos nos dutos alveolares e nos bronquíolos é conhecida

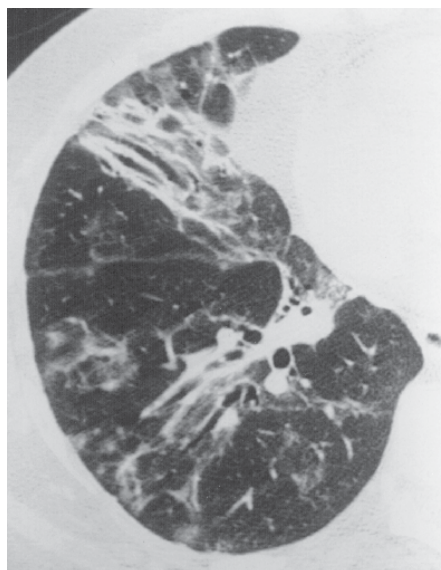


Figura 13
Bronquiolite obliterante com pneumonia em organização (BOOP) (mulher, 52 anos). Imagem obtida na base pulmonar mostrando lesão consolidativa com distribuição peribrônquica. Notar associação com bronquiectasia.

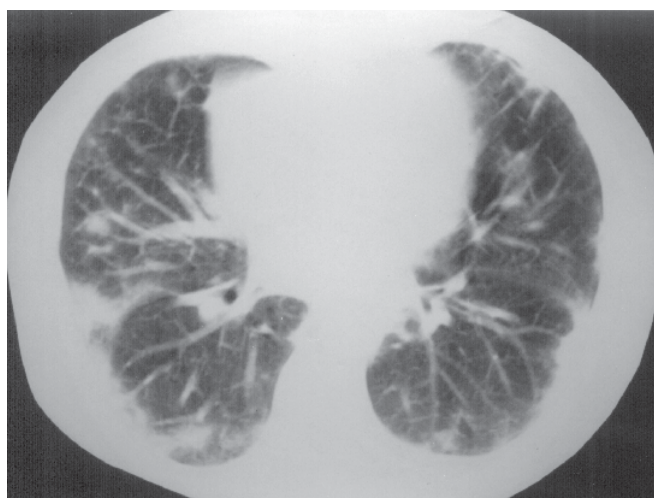


Figura 14 – Bronquiolite obliterante com pneumonia em organização (BOOP) (homem, 55 anos). Lesão consolidativa bilateral com distribuição predominantemente subpleural.

como bronquiolite obliterante com pneumonia em organização (BOOP) ou pneumonia em organização criptogênica (POC).

Padrão anatomopatológico idêntico é visto em casos idiópáticos e em casos reativos à fase de organização de qualquer pneumonia viral, bacteriana ou fúngica, pneumonia eosinofílica crônica, doença vascular do colágeno, reações a droga, transplante de órgãos ou de medula óssea e radiação. A primeira é chamada de BOOP idiopática e a última BOOP reativa.

Os achados mais importantes da TCAR são os de pneumonia em organização com áreas de consolidação (Figura 13), freqüentemente bilaterais. A distribuição da consolidação é predominantemente peribrônquica ou subpleural⁽¹³⁾ (Figura 14).

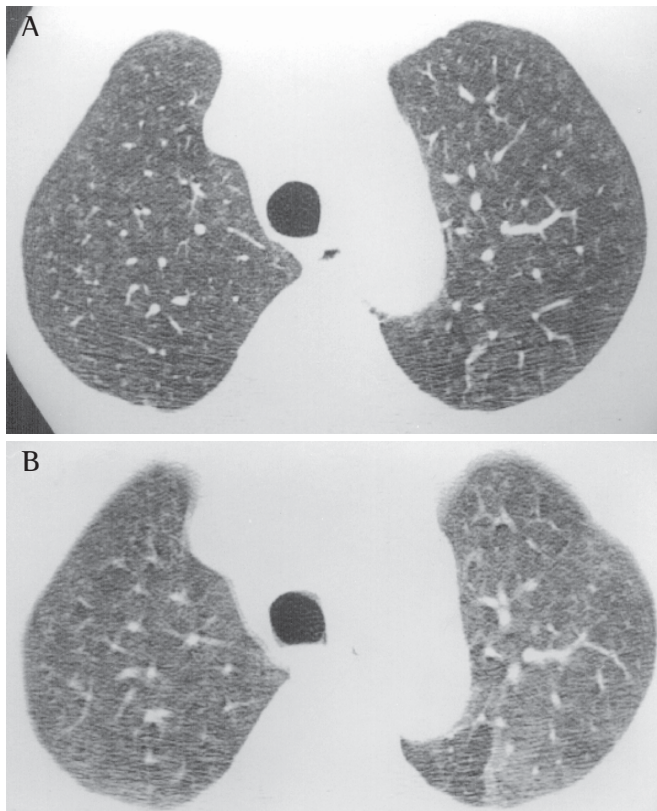


Figura 15 – Bronquiolite respiratória (mulher, 44 anos, tabagista pesada). **A)** Imagem em inspiração do campo pulmonar superior revela múltiplos nódulos centrolobulares. A atenuação em mosaico é difícil de ser avaliada neste corte. **B)** Imagem em expiração obtida no mesmo nível mostra o aprisionamento aéreo.

Bronquiolite respiratória

Também conhecida como bronquiolite do fumante, apresenta, histologicamente, discreta inflamação crônica dos bronquíolos e macrófagos pigmentados no interior dos alvéolos⁽¹⁵⁾. Ocorre na maioria dos casos em fumantes, mas, como em geral é discreta, pode não causar sintomatologia. Raramente, em especial em tabagistas pesados, esta condição pode ser grave o suficiente para causar sintomas e levar a anormalidades na TCAR. Neste caso é conhecida como *bronquiolite respiratória-doença pulmonar intersticial*.

Na TCAR aparecem opacidades centrolobulares maldefinidas, atribuídas à inflamação bronquiolar, e áreas de atenuação em vidro fosco, atribuídas à alveolite do fumante (Figura 15). As alterações tendem a apresentar distribuição predominante nos campos pulmonares superiores, mas podem ser difusas⁽¹³⁾.

Pambronquiolite difusa

Trata-se de doença pulmonar inflamatória de origem desconhecida comum no Japão e Coréia, que afeta primariamente os bronquíolos respiratórios. Histologicamente, é ca-

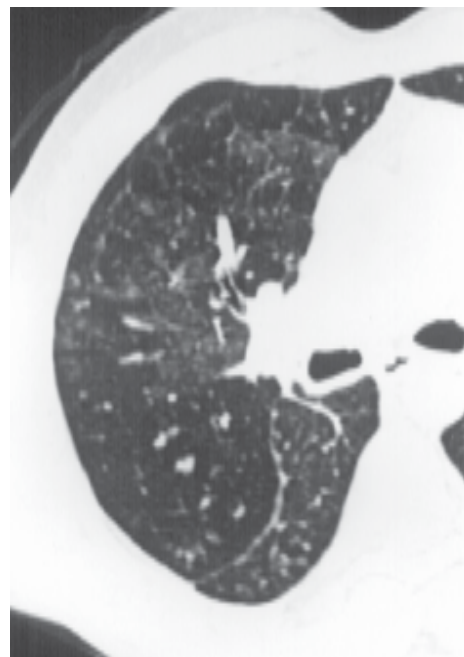


Figura 16
Pneumoconiose (homem, 51 anos). Imagem obtida ao nível da carina mostra perfusão em mosaico. No interior da área hipoatenuante notam-se espessamento das paredes bronquiolares, opacidades centrolobulares nodulares e ramificadas.

racterizada pela presença de inflamação mononuclear nos bronquíolos respiratórios e pela presença de macrófagos espumosos na luz bronquiolar e nos alvéolos adjacentes.

Na TCAR é caracterizada pela presença de opacidades nodulares e de estruturas ramificadas, com bronquioectasia e bronquiectasias progressivas. Podem ocorrer áreas de atenuação reduzida pela presença de aprisionamento aéreo decorrente da redução da luz bronquiolar⁽¹⁴⁾.

Outras doenças das pequenas vias aéreas

Alterações nas pequenas vias aéreas podem ser vistas na TCAR em várias outras condições, mesmo naquelas que afetam predominantemente o parênquima pulmonar. Em várias pneumoconioses, o exame pode evidenciar bronquiolite, inclusive na silicose (Figura 16). Bronquiolite constritiva é observada em casos graves, mas os achados clássicos de atenuação em mosaico e aprisionamento aéreo não costumam ser evidentes nas bronquiolites causadas por pneumoconiose⁽¹⁾.

REFERÊNCIAS

1. Muller NL, Miller RR. Diseases of the bronchioles: CT and histopathologic findings. State of the art review. *Radiology* 1995;196:3-12.
2. Kuhn C III. Normal anatomy and histology. In: Thurlbeck WM, Churg AM, eds. *Pathology of the lung*. 2nd ed. New York: Thieme, 1995;1-36.
3. Murata K, Itoh H, Todo G et al. Centrilobular lesions of the lung: demonstration by high-resolution CT and pathologic correlation. *Radiology* 1986;161:641-645.
4. Hartman TE, Primack SL, Lee KS et al. CT of bronchial and bronchiolar diseases. *Radiographics* 1994;14:991-1003.

5. McGuinness G, Nidich D, Leitman BS et al. Bronchiectasis: CT evaluation. *Am J Roentgenol* 1993;160:253-259.
6. Webb WR, Gamsu G, Wall SD et al. CT of bronchial phantom: factors affecting appearance and size measurements. *Invest Radiol* 1984;19:394-398.
7. Webb WR, Stern EJ, Kanth N et al. Dynamic pulmonary CT: findings in healthy adult men. *Radiology* 1993;186:117-124.
8. Stern EJ, Frank MS. Small airway diseases of the lung: findings of expiratory CT. *Am J Roentgenol* 1994;163:37-41.
9. Myers JL, Colby TV. Pathologic manifestations of bronchiolitis, bronchiolitis constrictive, cryptogenic organizing pneumonia, and diffuse panbronchiolitis. *Crit Chest Med* 1993;14:612-622.
10. Hansell DM, Wells AU, Padley SPG et al. Hypersensitivity pneumonitis: correlation of individual CT patterns with functional abnormalities. *Radiology* 1996;199:123-128.
11. Park CS, Muller NL, Worthy AS et al. Airway obstruction in asthmatic and healthy individuals: inspiratory and expiratory thin-section CT findings. *Radiology* 1997;203:361-367.
12. Okazawa M, Muller NL, McNamara AE et al. Human airway narrowing measured using high-resolution computed tomography. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;154:1557-1562.
13. Worthy AS, Muller NL. Small airway diseases. *Radiol Clin North Am* 1998;36:163-173.
14. Lentz D, Bergin CJ, Bergin GJ et al. Diagnosis of bronchiolitis obliterans in heart-lung transplantation patients: importance of bronchial dilatation on CT. *AJR* 1992;59:463-467.
15. Akira M, Higashihara T, Sakatani M et al. Diffuse panbronchiolitis: follow-up CT examination. *Radiology* 1993;189:559-562.