

CT EKSPIRASI RESOLUSI TINGGI: KEGUNAAN DIAGNOSTIKNYA PADA PENYAKIT PARU DIFUS*Gayathrie Chantrhira Sakaran**Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana**(gayathrie12@gmail.com)***ABSTRAK**

CT ekspirasi resolusi tinggi merupakan pelengkap CT inspirasi resolusi tinggi dalam mendiagnosis penyakit paru yang difus. Teknik ini memperlihatkan adanya perubahan-perubahan dinamik pada penipisan paru yang dihubungkan dengan beberapa faktor, seperti: jumlah udara dalam alveoli, interstitium paru, dan volume darah dalam paru. Teknik ini sangat sensitif untuk mendeteksi sumbatan jalan nafas yang kecil. Dengan mengkombinasikan CT inspirasi resolusi tinggi dengan CT ekspirasi resolusi tinggi kita dapat lebih memahami mekanisme penipisan paru yang tidak homogen, serta bisa mendiagnosis penyakit paru difus dengan lebih baik.

PENDAHULUAN

CT inspirasi resolusi tinggi biasanya dilakukan pada akhir inspirasi penuh dengan jarak paralel 1-2 mm dan jarak scan 10 mm. CT ekspirasi resolusi tinggi diambil pada akhir ekspirasi penuh dengan kolimasi yang tipis. Biasanya scan mengambil 2-6 potongan pada *preselected level* atau pada daerah tertentu yang diinginkan sesuai dengan tujuan penelitian. Rekonstruksi dengan algoritma frekuensi tinggi diharuskan. Oleh karena paru-paru bisa memperlihatkan gambaran udara yang terperangkap (*air trapping*) yang tidak terduga saat ekspirasi, maka kami merekomendasikan penggunaan CT ekspirasi secara rutin pada *preselected level* bahkan pada pasien dengan CT inspirasi yang normal.

CT Ekspirasi Resolusi Tinggi

Penipisan paru yang tidak homogen seringkali ditemukan pada pasien dengan penyakit paru yang difus. Pada jenis pasien tersebut bisa ditemukan gambaran penipisan *ground glass*, perfusi mosaic karena jalan nafas yang abnormal,

atau perfusi mosaic karena gangguan vaskuler. CT ekspirasi mungkin bisa digunakan untuk membedakan kasus-kasus tersebut

CT inspirasi kadang-kadang bisa membedakan ketiga kelainan yang mengakibatkan penipisan paru inhomogen tersebut. Misalnya, gambaran pembuluh darah kecil pada area bawah biasanya ditemukan pada kelainan perfusi mosaic, terlepas dari penyebabnya (misalnya udara yang terperangkap ataukah obstruksi vaskular). Gambaran pembuluh darah dengan berbagai ukuran bisa ditemukan pada penipisan oleh karena opasitas *ground glass* (gambar.1&2). Ditemukannya bronkiektasis pada area penipisan yang rendah menunjukkan perfusi mosaic oleh karena *air-trapping*. Akan tetapi abnormalitas yang terlihat pada CT inspirasi tidak selalu mengindikasikan sebuah kelainan, dan sesuai pengalaman kami tidak bisa digunakan untuk menetapkan suatu diagnosis (gambar.3).

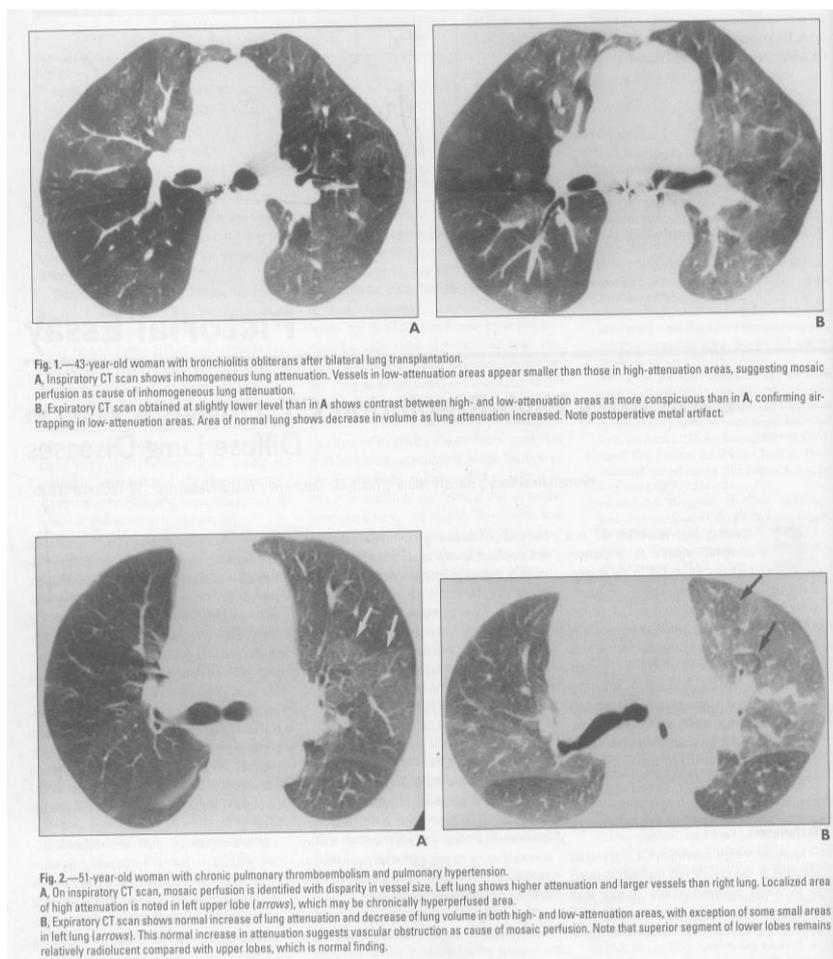


Fig. 1.—43-year-old woman with bronchiolitis obliterans after bilateral lung transplantation.
 A, Inspiratory CT scan shows inhomogeneous lung attenuation. Vessels in low-attenuation areas appear smaller than those in high-attenuation areas, suggesting mosaic perfusion as cause of inhomogeneous lung attenuation.
 B, Expiratory CT scan obtained at slightly lower level than in A shows contrast between high- and low-attenuation areas as more conspicuous than in A, confirming air-trapping in low-attenuation areas. Area of normal lung shows decrease in volume as lung attenuation increased. Note postoperative metal artifact.

Fig. 2.—51-year-old woman with chronic pulmonary thromboembolism and pulmonary hypertension.
 A, On inspiratory CT scan, mosaic perfusion is identified with disparity in vessel size. Left lung shows higher attenuation and larger vessels than right lung. Localized area of high attenuation is noted in left upper lobe (arrows), which may be chronically hyperperfused area.
 B, Expiratory CT scan shows normal increase of lung attenuation and decrease of lung volume in both high- and low-attenuation areas, with exception of some small areas in left lung (arrows). This normal increase in attenuation suggests vascular obstruction as cause of mosaic perfusion. Note that superior segment of lower lobes remains relatively radiolucent compared with upper lobes, which is normal finding.

Ketika CT ekspirasi tersedia, kita bisa membedakan penyebab penipisan inhomogen oleh karena perfusi mosaik pada *air-trapping* dengan penyebab lainnya. Kegunaan diagnosis CT ekspirasi bisa lebih ditingkatkan lagi mengingat fakta bahwa gambaran parenkim paru normal pada pasien dengan penipisan *ground glass* ataupun dengan

konsolidasi memperlihatkan area udara yang terperangkap (*air-trapping*). Gambaran ini bisa dilihat pada kasus bronkopneumonia, pneumonitis hipersensitivitas, sarkoidosis, hambatan jalan nafas konkomitant, dan penyakit paru infiltratif (gambar.4).

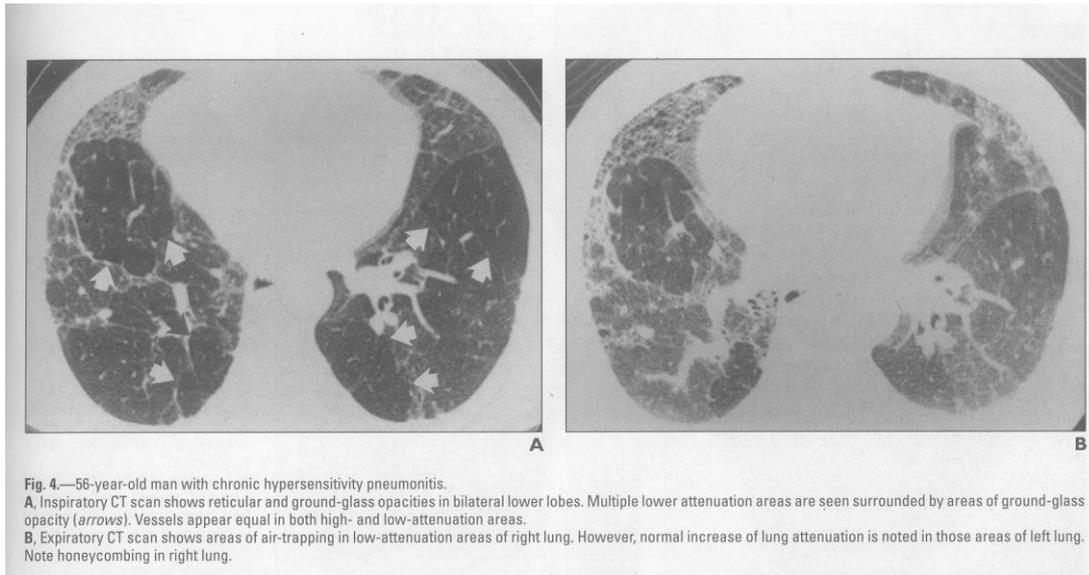


Fig. 4.—56-year-old man with chronic hypersensitivity pneumonitis.
 A, Inspiratory CT scan shows reticular and ground-glass opacities in bilateral lower lobes. Multiple lower attenuation areas are seen surrounded by areas of ground-glass opacity (arrows). Vessels appear equal in both high- and low-attenuation areas.
 B, Expiratory CT scan shows areas of air-trapping in low-attenuation areas of right lung. However, normal increase of lung attenuation is noted in those areas of left lung. Note honeycombing in right lung.

Air-Trapping pada Jenis Paru Normal Lainnya

Air-trapping bisa juga terlihat pada pasien dengan CT inspirasi yang normal, hal ini dilaporkan pada 20% yang secara klinis diperkirakan mengalami penyakit hambatan jalan nafas kronik [3]. Diagnosis banding pada kejadian seperti ini meliputi bronkitis (baik akut maupun kronik) (gambar.5), asma bronkiale, bronkiolitis obliteran (gambar.6), sarcoidosis (gambar.7), pneumonitis

hipersensitivitas, dan paru perokok [4]. Pada pasien dengan penyakit ini, hasil tes fungsi paru menunjukkan hasil yang intermediet, baik pada kontrol yang normal hingga yang menunjukkan *air-trapping* dan yang menunjukkan abnormalitas pada CT inspirasi [4]. Pada kasus tertentu, CT ekspirasi menunjukkan penyakit paru obstruksi pada stadium awal, walaupun tes fungsi paru normal.

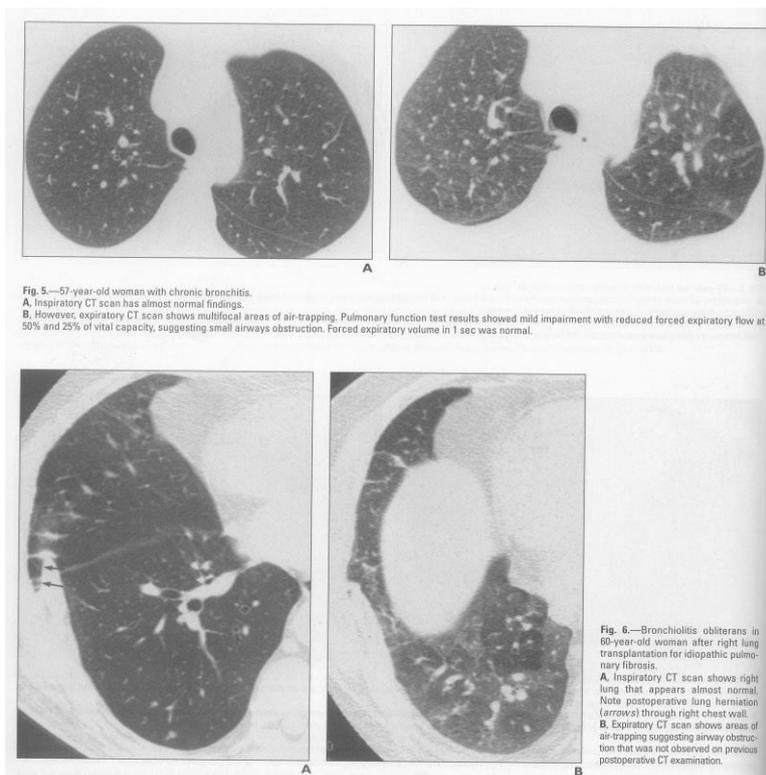


Fig. 5.—57-year-old woman with chronic bronchitis.
 A, Inspiratory CT scan has almost normal findings.
 B, However, expiratory CT scan shows multifocal areas of air-trapping. Pulmonary function test results showed mild impairment with reduced forced expiratory flow at 50% and 25% of vital capacity, suggesting small airways obstruction. Forced expiratory volume in 1 sec was normal.

Fig. 6.—Bronchiolitis obliterans in 60-year-old woman after right lung transplantation for idiopathic pulmonary fibrosis.
 A, Inspiratory CT scan shows right lung that appears almost normal. Note postoperative lung herniation (arrows) through right chest wall.
 B, Expiratory CT scan shows areas of air-trapping suggesting airway obstruction that was not observed on previous postoperative CT examination.

Air-Trapping pada Penyakit Paru Difus

CT ekspirasi sangat sensitif untuk mendeteksi *air-trapping* yang merupakan tanda definitif dari obstruksi jalan nafas. *Air-trapping* sering ditemukan pada bronkiektasis dan sering mendahului berkembangnya overt bronchiectasis (gambar. 8 dan 9). Area dari *air-trapping* ini berhubungan dengan penurunan fungsi obstruktif. *Air-trapping* lebih sering terdapat di area mucoid daripada di area yang tidak terdapat mucoid.

Pada bronkiolitis obliterans, CT ekspirasi mampu mendeteksi dini *air-trapping* sebelum berkembang kelainan-kelainan lain yang tercatat pada inspiratory scan dan ini sangat berguna sebagai deteksi dini pada penyakit ini setelah transplantasi paru. *Air-trapping* yang luas merupakan faktor prediktor yang baik dari penurunan fungsi obstruktif.

Air-trapping dan obstruksi udara tidak hanya terlihat pada penyakit saluran pernafasan tetapi juga pada penyakit paru interstisial,

termasuk pneumonitis hipersensitivitas dan sarkoidosis [5].

Pada pneumonitis hipersensitivitas, adanya infiltrat inflamasi yang bersifat kronis disepanjang saluran pernafasan yang sempit (bronkiolitis selular) menyebabkan bronkiolar menyempit, dan *air-trapping* sering ditemukan pada banyak kasus [6] (gambar. 10).

Sarkoidosis merupakan kelainan pada interstisium dan biasanya menunjukkan penurunan fungsi restriktif. Bagaimanapun, penyumbatan saluran pernafasan kecil sekarang dipikirkan sebagai gambaran yang penting [7]. Penekanan dari jalan nafas oleh pembesaran kelenjar limpa, adanya lesi endobronkial, jaringan parut fibrotik dari lesi endobronkial dan penyimpangan bronkial dengan fibrosis peribronkial dan abnormalitas dari saluran pernafasan kecil diperkirakan menyebabkan penyempitan jalan nafas (gambar. 11).

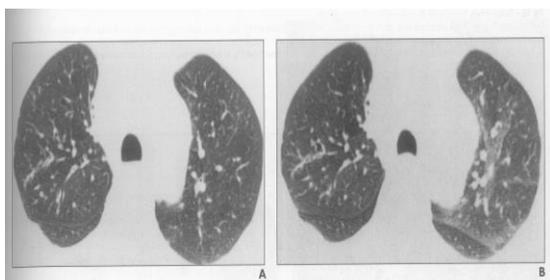


Fig. 8.—Bronchiectasis in 64-year-old man.
 A. Inspiratory CT scan shows area of slightly lower attenuation, associated with fewer vessels and bronchiectasis, in right upper lobe. Left lung appears normal.
 B. Expiratory CT scan shows extensive air-trapping, not only in right upper lobe (note lack of change in lung attenuation) but also in left upper lobe.

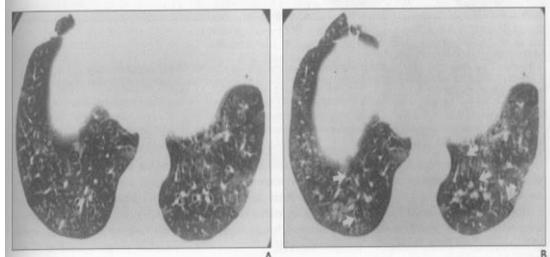


Fig. 9.—Recently diagnosed diffuse panbronchiolitis in 57-year-old woman.
 A. Inspiratory CT scan shows diffuse small centrilobular nodules with tree-in-bud appearance. Minimal bronchial dilatation is identified in left lower lobe.
 B. Expiratory CT scan shows air-trapping in left and right lower lobes (arrows). Note that bronchi collapsed after exhalation.

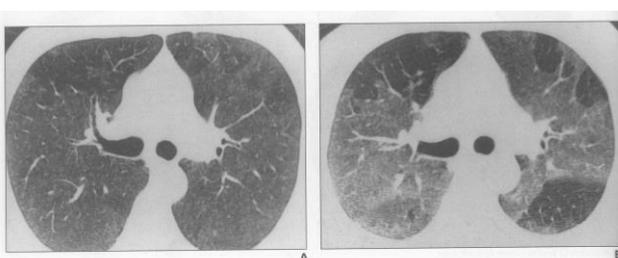


Fig. 10.—Summer-type hypersensitivity pneumonitis in 51-year-old man.
 A. Inspiratory CT scan shows inhomogeneous attenuation. Minimal reticulation is seen in high-attenuation areas suggesting that these areas represent ground-glass attenuation. Lower attenuation areas appear relatively normal.
 B. Expiratory CT scan confirms presence of air-trapping in low-attenuation areas, even though centrilobular ground-glass nodules representing bronchiolitis are not obvious on inspiratory scan.

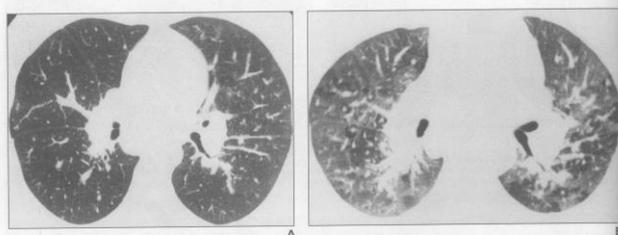


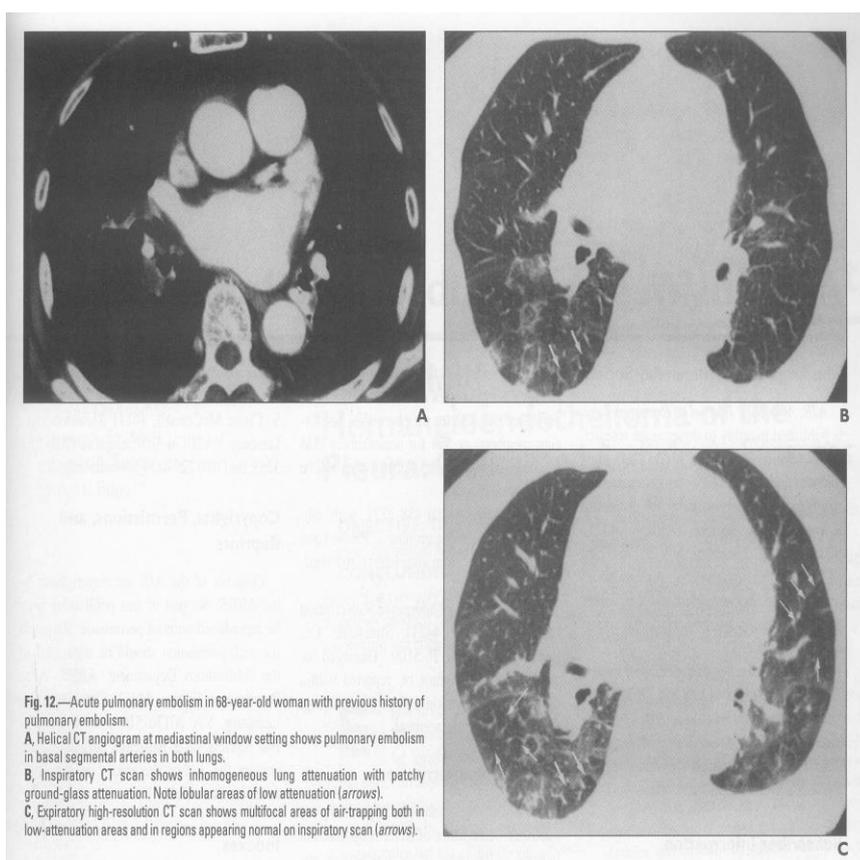
Fig. 11.—58-year-old woman with sarcoidosis.
 A. Inspiratory CT scan shows nodular thickening of bronchovascular bundles and small nodular opacities. Note bilateral hilar lymphadenopathy.
 B. Expiratory CT scan shows multifocal areas of air-trapping. Pulmonary function test in this patient showed moderate obstruction with forced expiratory flow in 1 sec and forced expiratory vital capacity of 63.7%.

Kelemahan dari CT Ekspirasi Resolusi Tinggi

Efektifitas dari tehnik ini bergantung pada kerjasama pasien. Ekshalasi yang tidak cukup mengakibatkan peningkatan yang sedikit dari lung attenuation; ini mungkin disalahartikan dengan *diffuse-air trapping*.

CT Ekspirasi diperkirakan lebih sensitif untuk mendeteksi penurunan obstruktif daripada tes fungsi paru, tetapi ini tidak selalu benar. Banyak pasien yang menunjukkan penurunan fungsi obstruktif tidak memperlihatkan *air-trapping*. Ini sebagian karena tes fungsi paru memperlihatkan fungsi paru secara keseluruhan. Sebaliknya, *air-trapping* pada CT scan dapat menunjukkan lebih banyak abnormalitas lokal.

Perfusi mosaik akibat obstruksi pembuluh darah tidak selalu dapat dibedakan dengan *air-trapping* meskipun dengan menggunakan CT ekspirasi. Beberapa kasus tromboemboli pada paru menunjukkan adanya *air-trapping* tanpa kelainan saluran nafas yang nyata. Mekanisme *air-trapping* pada tromboemboli paru ini diakibatkan oleh emboli yang menyebabkan pelepasan mediator humoral seperti histamin dan serotonin oleh platelet yang bersirkulasi dan pada akhirnya dapat menyebabkan bronkokonstriksi sementara dan menyeluruh juga suara mengi seperti pada asma.



Simpulan

CT Ekspirasi resolusi tinggi berguna untuk membedakan penyebab penipisan jaringan paru

yang bersifat inhomogen. *Air-trapping* pada pasien dengan gambaran yang normal saat inspirasi merupakan hal yang sering ditemukan. CT

ekspirasi dapat memperlihatkan tidak hanya *air-trapping* yang menyeluruh tapi juga *air-trapping* yang bersifat lokal. CT ekspirasi mungkin lebih sensitif dibandingkan dengan tes fungsi paru dalam hal diagnosis Penyakit Paru Obstruktif. Penulis merekomendasikan penggunaan gabungan CT saat inspirasi dan ekspirasi resolusi tinggi untuk menegakkan diagnosis penyakit paru difus.

Daftar Pustaka

1. Arakawa H, Webb WR, McCowin M, Katsou G, Lee KN, Seitz RF. Inhomogeneous lung attenuation at thin-section CT: diagnostic value of expiratory scans. *Radiology* 1998; 206:89-94 [Medline]
2. Im JG, Kim SH, Chung MJ, Koo JM, Han MC. Lobular low attenuation of the lung parenchyma on CT: evaluation of forty-eight patients. *J Comput Assist Tomogr* 1996; 20:756-762 [CrossRef] [Medline]
3. Lucidarme O, Coche E, Cluzel P, Mourey-Gerosa I, Howarth N, Grenier P. Expiratory CT scans for chronic airway disease: correlation with pulmonary function test results. *AJR* 1998; 170:301-307 [Abstract] [Medline]
4. Arakawa H, Webb WR. Air trapping on expiratory high-resolution CT scans in the absence of inspiratory scan abnormalities: correlation with pulmonary function tests and differential diagnosis. *AJR* 1998; 170:1349-1353 [Abstract] [Medline]
5. Arakawa H, Webb WR. Expiratory high-resolution CT scan. *Radiol Clin North Am* 1998; 36:189-209 [CrossRef] [Medline]
6. Hansell DM, Wells AU, Padley SP, Muller NL. Hypersensitivity pneumonitis: correlation of individual CT patterns with functional abnormalities. *Radiology* 1996; 199:123-128 [CrossRef] [Medline]
7. Lewis MI, Horak DA. Airflow obstruction in sarcoidosis (editorial). *Chest* 1987; 92:582-584 [Medline]
8. Webster JR Jr, Saadeh GAMBAR, Eggum PR, Suker JR. Wheezing due to pulmonary embolism: treatment with heparin. *N Engl J Med* 1966; 274:931-933 [CrossRef] [Medline] Read More: <http://www.ajronline.org/doi/full/10.2214/ajr.175.6.1751537>