

Multi-detector helical CTを用いた下肢深部静脈血栓症の診断

木村 誠志 南口 博紀 佐原 伸也 山田 勝之 中井 資貴
谷畑 博彦 岸 和史 寺田 正樹 塩山 靖和 佐藤 守男

和歌山県立医科大学放射線医学教室

Diagnosis of Deep Vein Thrombosis Using Multi-detector Helical CT

Masashi Kimura, Hiroki Minamiguchi,
Shinya Sahara, Katsuyuki Yamada, Motoki Nakai,
Hirohiko Tanihata, Kazushi Kishi, Masaki Terada,
Yasukazu Shioyama, and Morio Sato

Purpose: To evaluate the usefulness of multi-detector helical CT (MDHCT) with contrast medium in the diagnosis of deep vein thrombosis (DVT). **Materials and Methods:** The bilateral veins of the dorsal pedis in 45 patients (12 men, 33 women; average age, 64 years) under clinical suspicion of DVT were first punctured using 22-G needles. Then CT scanning from the level of the foot to the inferior vena cava was started 20 sec after the initial injection of 200 mL of dilute contrast medium (50 mL nonionic iodinated contrast medium of 300 mgI/mL and 150 mL saline) at a rate of 5 mL/sec.

Results: Two patients were excluded because of unsuccessful venous puncture. The average scanning time in 43 patients was 38.5 ± 7.9 seconds. Images of veins from the foot to the inferior vena cava were clearly demonstrated in each case. MDHCT showed DVT in 32 cases and patent deep vein in 11 cases.

Simultaneous venography of the lower extremity in 18 patients clearly visualized DVT at the same level detected by contrast MDHCT.

Conclusion: MDHCT for the diagnosis of DVT has the advantages of wider scanning range, shorter scanning time, and finer Z-axis resolution than the other diagnostic modalities.

Research Code No.: 508.1

Key words: Deep vein thrombosis (DVT), Multi-detector helical CT (MDHCT)

Received April 18, 2002; revision accepted Octo. 6, 2002

Department of Radiology, Wakayama Medical University

別刷請求先
〒641-8509 和歌山市紀三井寺811-1
和歌山県立医科大学放射線医学教室
木村 誠志

はじめに

下肢深部静脈血栓症 (deep vein thrombosis; DVT) とは、下肢の深部静脈が血栓により閉塞し、還流障害を来した状態を称する¹⁾²⁾。DVTは高齢化や生活様式の欧米化に伴い近年増加傾向にあり、日常診察の場でしばしば遭遇する疾患となりつつある³⁾。症状は浮腫、腫脹のみを認める軽症から、急性期に激しい症状を呈する有痛性青股腫、さらには静脈壊死に至る静脈血栓後遺症を引き起こし、また肺塞栓症の血栓源となり、その予防の上からも早期に診断して治療することが重要である。以前は下肢静脈造影がDVTの診断に最良とされてきたが、最近、血管超音波検査法やMR venography (MRV) の有用性が評価されている。われわれはここ2、3年で急激に普及しているMulti-detector helical CT (MDHCT) を用いてDVT診断を試み、良好な結果を得たので報告する。

対 象

1999年1月から2001年12月に和歌山県立医大と茨城県立中央病院でDVTが疑われ、MDHCTを行った45例90肢を対象とした。内訳は男性12例、女性33例で、年齢は21歳から85歳、平均64.2歳であった。

発症症状はチアノーゼ、色素沈着などの色調変化が6例、浮腫、腫脹が27例、疼痛が5例、呼吸困難が7例であった。

方 法

MDHCT装置は東芝社製AquilionとGE社製Light Speed QX/iを用いた。Aquilionでの撮影条件は管電圧120kV、管電流200mA、スキャンスピード0.5sec/rot、スライス厚5mm、ヘリカルピッチ3.5、テーブル移動速度17.5mm/rot、Light Speed QX/iでの撮影条件は管電圧120kV、管電流300mA、スキャンスピード0.8sec/rot、スライス厚2.5mm、ヘリカルピッチ6、テーブル移動速度15.0mm/rotで行った。患者を仰臥位として両側足背部の静脈を22Gの留置針に

て穿刺し、点滴ラインに接続して皮下への漏れのないことを確認した。その後、Y字活栓を用いて両側のラインを1本にし、造影剤の入った注射器と連結した。造影剤は非イオン性ヨード造影剤 300mgI/mL 50mLを生理食塩水150mLとよく混じ、総量200mLを自動注入器を用いて、毎秒5.0mLで注入した。

造影直前に膝関節尾側約5cmと頭側約5cmに駆血帯を巻き、造影剤が深部静脈にも流入するようにした⁴⁾。撮像は造影剤注入20秒後から開始し、足関節部から腎静脈合流部の下大静脈まで行い、骨盤部から頭側の撮影時には呼吸停止を指示した。

血栓症は、得られた画像を2mm間隔で再構成し、Paging (Cine)法で2人の放射線科医の協議により診断した。血栓の存在部位は、骨盤内(腸骨静脈)、大腿部(大腿静脈)、膝窩部(膝窩静脈)、下腿部(膝窩静脈より末梢の静脈)の4部位に分類した。血栓の連続性の有無にかかわらず、血栓が2部位以上の広範囲に存在する症例では最も中枢側に分類した。3次元画像はvoxel transmission法で作成した。初期の症例では、下肢静脈造影を併用した。下肢静脈造影はCTと同様に駆血帯を巻き、仰臥位で撮像した。

結 果

1. 45例中2例は、患側の腫脹が著しく、足背部の静脈穿刺が不可能であった。これらの症例は肘静脈からの造影CTを施行し、2例とも左総腸骨静脈の血栓を確認した。
2. 43例86肢は下腿部から下大静脈まで撮像でき、全例3次元画像の作成が可能であった(Fig. 1, 2)。
3. DVTは、43例中32例で認められた。32例の内訳は男性8例、女性24例、患肢は左側24例、右側5例、両側3例で、7例は手術後早期に発症した。
4. 静脈血栓の部位は骨盤内21例(両側3例を含む)、左大腿部6例、右大腿部2例、左下腿部3例であった。血栓が2部位以上の広範囲に存在する症例は13例であった。
5. 下肢静脈造影を施行した18例(骨盤内14例、左大腿部4例)では、造影CTと一致した静脈血栓の所見が得られた。
6. 静脈血栓を認めなかった11例は、下肢静脈瘤3例、弁機能不全1例、他疾患によると思われる色調変化、腫脹、呼吸困難6例、原因不明の肺塞栓1例であった。
7. 足関節部から腎静脈合流部の下大静脈までの撮像時間は 38.5 ± 7.9 秒であった。

考 察

DVTは発症早期に適切な治療を行わなければ、慢性的な静脈還流障害のため、皮膚萎縮、色素沈着、下腿潰瘍などのさまざまな二次的障害(静脈血栓後遺症)を引き起こす。また肺塞栓症の原因として80%以上をDVTが占めるため早期発見と早期治療が必要とされている⁵⁾。

DVTの原因としては、Virchowの三大因子(血流うっ滞、血管壁障害、血液凝固能異常)が基本とされているが、近年プロテインC欠損症、プロテインS欠損症、ATIII欠損症、抗リン脂質抗体症候群などの血栓症を発症し易い疾患の存在が指摘されている⁶⁾。

臨床症状は突然発症する下肢の緊満腫脹が最も多く、その他下肢の激痛、圧痛、皮膚色の暗赤色への変化、表在静脈の怒張、足関節の背屈で生じる腓腹筋痙攣(Homans徴候)などがある⁷⁾⁸⁾。

男女比は1:2で女性に多く、患肢は左側が右側の3倍多いと報告されているが⁹⁾、著者らの結果は、女性は男性の3倍、左側は右側の4.8倍であった。左下肢症状をきたす原因が明らかでない症例では静脈血栓症も考慮する必要がある。また32例中7例が術後早期のDVTであり、術後下肢腫脹患者では特にDVTを考慮すべきである。一方、血栓形成部位は腸骨静脈領域が最も多く、これに次いで大腿・膝窩領域で、膝窩静脈以下のものは少ないとされており¹⁰⁾、今回の結果と一致している。

DVT診断のための検査方法としては、血液検査、脈波検査、超音波検査、CT検査、MRI検査、RI静脈造影、下肢静脈造影などさまざまな方法がある。血液検査では凝固機能亢進状態(hypercoagulable state)で、凝固亢進、低線溶状態を呈していることが多く、前述の臨床症状がみられる場合には、DVTを強く疑う指標となり重要である¹¹⁾¹²⁾。脈波検査は非侵襲的であり、DVTのスクリーニングや治療の効果判定に用いられることが多いが、確定診断には至らない¹³⁾¹⁴⁾。超音波検査ではカラードブラ法が最近の検査の主流となってきている。カラードブラ法は、非侵襲的でDVTの診断精度は90%以上と報告されており、信頼のおける診断法である¹⁵⁾¹⁸⁾。しかし、骨盤部では腸管ガス像により診断が難しいこと、カラードブラ条件の設定や観察にある程度の熟練を要すること、客観性に乏しいなど問題点もある。MRI検査は2D-TOF(time of flight)法を用いて、骨盤部から大腿部で診断に十分な画像が得られ、静脈造影と同等の診断率が得られると報告されている¹⁹⁾²¹⁾。しかし、血流を画像化する方法であり、遅い血流速度の静脈の描出が困難であり、膝窩部以下の静脈はほとんど描出されない。さらに膝窩静脈からガドリニウム造影剤を投与し、平衡相を撮像する造影MR venographyやdynamic MRIで造影像から単純像をサブトラクションする方法により下腿深部3静脈を描出する報告がある²²⁾²³⁾。しかしこれらの方法では動脈との重なりが生じ、動静脈の分離が困難であること、撮像タイミング、撮像時間の制約、体動によるサブトラクション不良などの欠点があり、必ずしも明瞭な画像が得られていない²⁴⁾²⁵⁾。RI静脈造影では、足背静脈より99mTc-macroaggregated albumin(MAA)を注入し、両側下腿から肺野まで観察でき、血栓の範囲を一画面にて同定することができる。スクリーニング検査としては有用であるが、細かい静脈や側副血行路の状態、血栓の性状、周囲構造物との関係などは評価困難である。下肢静脈造影は血

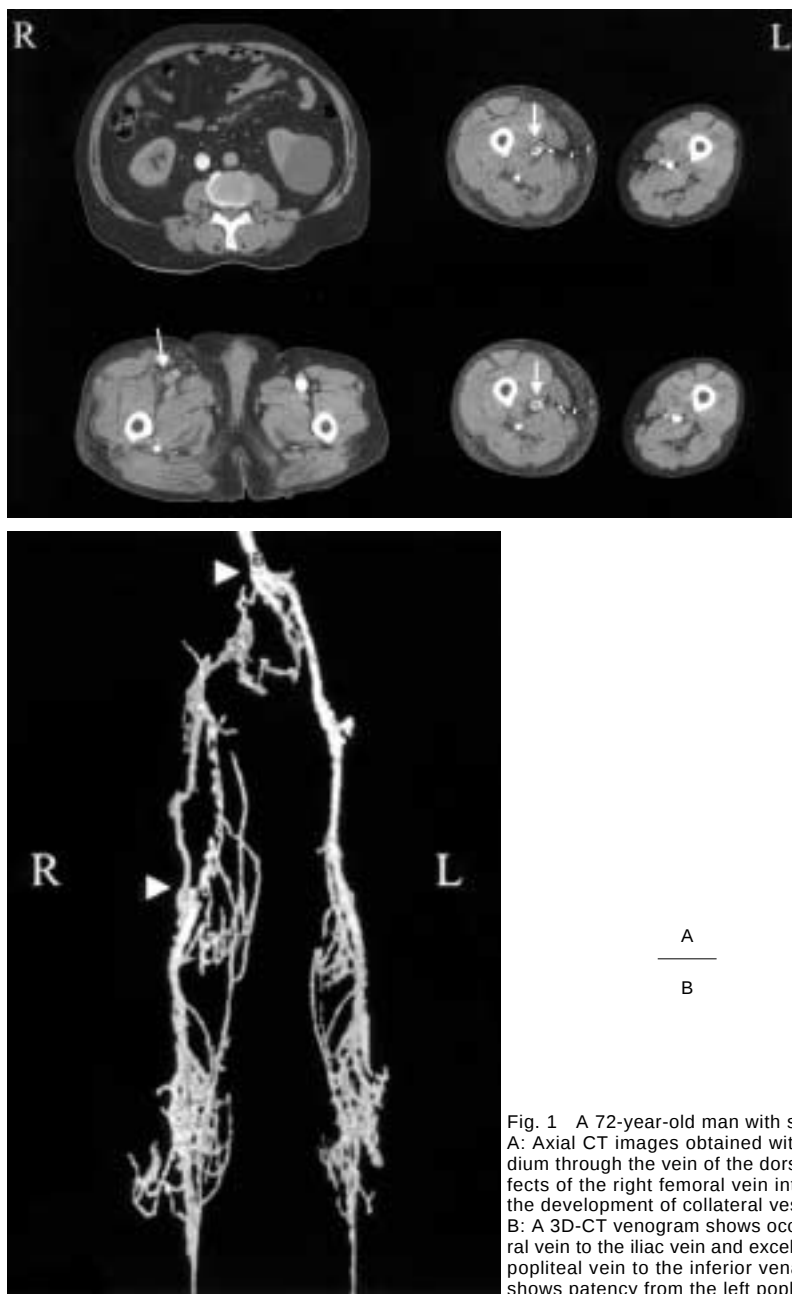


Fig. 1 A 72-year-old man with swollen, painful right leg.
A: Axial CT images obtained with injection of contrast medium through the vein of the dorsalis pedis reveal filling defects of the right femoral vein into the iliac vein (arrow) and the development of collateral vessels.
B: A 3D-CT venogram shows occlusion from the right femoral vein to the iliac vein and excellent collateral flow from the popliteal vein to the inferior vena cava (arrowhead). It also shows patency from the left popliteal vein to the iliac vein.

栓の存在，部位診断には最も精度が高く，同時に静脈圧の絶対値が測定できる点からもDVT診断のgold standardとされてきた²⁶⁾。しかし下腿の造影には熟練を要すること，造影剤を用いるため腎障害やヨードアレルギー例には実施困難なことがあり，さらに造影剤の希釈により骨盤静脈の評価困難なことがある。造影剤を上肢より注入して撮像したCTに関しては以前よりいくつかの報告があり，血栓の存在範囲，新旧の血栓の鑑別，骨盤部腫瘍の有無や

周囲組織との関係も把握でき，血栓症の原因検索にも有用である^{27) 28)}。しかし，MRI同様に撮像タイミングの問題と下肢静脈は動脈からの還流であり，造影不十分か，血栓存在かの鑑別に苦慮する事がある。また，造影剤量も多く必要であり，腎障害のある症例には困難である。

今回使用したMDHCTはテーブル移動方向に複数の検出器が配置されており，時間分解能と体軸方向の空間分解能の向上が得られ，足関節部から下大静脈までの広範囲をお

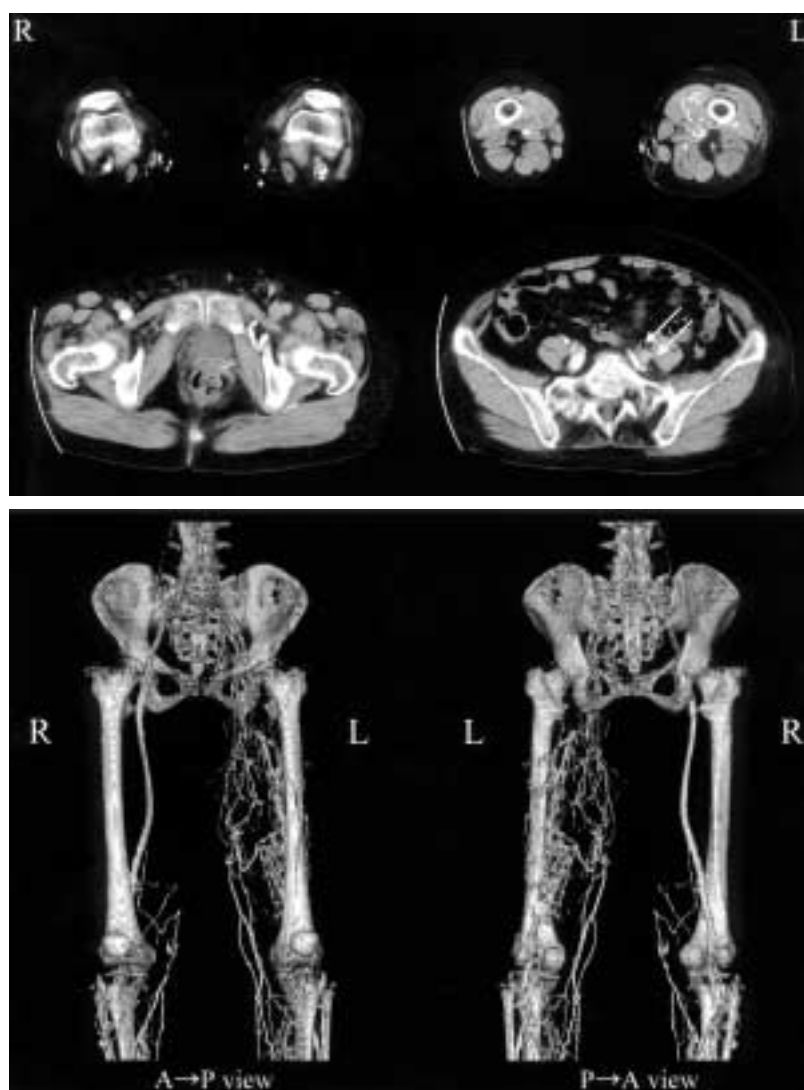


Fig. 2 A 63-year-old woman with an acutely edematous left leg.

A, B: Contrast-enhanced axial CT images and 3D-CT venograms reveal thrombosis of the left femoral vein with thrombus extending into the iliac vein with collateral veins. Axial CT images show that the overriding common iliac artery compresses the iliac vein at the level of the first sacrum.

よそ38秒という短時間での撮像が可能となった。これに希釈した造影剤を足背静脈から毎秒 5mLで注入し、注入開始 20秒後から撮像する事で、造影剤量が少なく、撮像タイミングがずれることなく、静脈のみが明瞭に描出される。静脈血栓側と健側では静脈圧に差があり、静脈圧の高い血栓側への造影剤流入が不十分になる可能性がある。これを避けるため注入速度を毎秒 5mLと速くし、逆に留置針を22Gと細くして抵抗を留置針で規定されるようにすることで造影剤の注入量、速度の左右差が少なくできたため造影不良症例がなかったと考えられる。さらに3次元構築像を作成することにより多方面からの観察が可能で、Single helical CTのそれよりもより滑らかで、詳細な下肢静脈の3次元画像が得られ、患者への病状説明にも有用である。

今回、gold standardとされてきた下肢静脈造影との比較

は十分に行っていないが、足背部静脈の穿刺が可能であった43例で良好な下腿、大腿、骨盤静脈の検出がMDHCTで得られ、下肢静脈造影の併用を必要としなかった。超音波と比較しても客観性が優れていた。腎機能障害など造影剤追加使用に問題なければ、胸部造影CTを引き続き行い、DVTの合併症として多い肺血栓塞栓症の診断も可能である。胸部造影CTは、肺血流シンチに比べて、血栓性塞栓を直接画像上に描出し、感度、特異度ともに90%前後といわれ、高い描出率である²⁹⁾。今回の診断法の最大の長所は、血栓の範囲を正確に評価できること、原因(椎体と動脈による圧迫など)の究明ができることにあり、治療を行う上で重要な情報が得られる。

本法の問題点として、足背部の静脈を穿刺しなければならないこと、造影剤量は少ないがアレルギーや腎機能障害

の問題，放射線被曝などがある．今回の検討でも2例で足背静脈の穿刺ができず肘静脈からの造影CTを余儀なくさせられた．

結 語

DVTの早期発見は治療方針を決定する上で重要である．超音波検査は無侵襲であり，スクリーニング検査として有

用であるが，骨盤静脈内の血栓の有無や範囲を正確に描出できないのに対し，足背静脈からのMDHCTは客観性をもって下腿，大腿，骨盤静脈を正確に明瞭に描出することができる．

今後，MDHCTの普及とともに足背静脈からの造影CTが，DVT診断のひとつの有用な方法になるものと考えられる．

文 献

- 1) 松尾 汎：深部静脈血栓症・肺塞栓症：診断．血栓と循環 3：355-360，1995
- 2) 松尾 汎：深部静脈血栓症に対する抗血栓療法．臨床科学 32：1545-1549，1996
- 3) 犬手篤志，蒔田真司，伊藤樹弘，他：下肢深部静脈血栓症の診断法の検討．呼と循 45(3)：291-294，1997
- 4) 塩田直史，佐藤 徹，松尾真嗣，他：深部静脈血栓と肺塞栓の早期診断法．関節外科 19(11)：27-32，2000
- 5) Sharpe GVRK: Deep venous thrombosis as a diagnosis due to pulmonary embolism. Am J Cardiol 33: 170, 1974
- 6) 高松純樹：血栓性素因とは．血栓と循環 14：11-13，1996
- 7) 星野俊一，佐戸川弘之：成因としての深部静脈血栓症の診断．Heart View 2(10)：26-30，1998
- 8) 松尾 汎：下肢深部静脈血栓症の無侵襲診断．臨床 16(12)：1672-1677，1997
- 9) 細田瑛一，杉本恒明：心臓病学．南光堂，東京，1991，1410-1413
- 10) 戸嶋裕徳，春美健一，石川恭三，荒井健太，太田真彦：臨床循環器病学 3B，中外医学社，東京，1985：783-789
- 11) 小代正隆，竹之下満，山角健介，年永隆一：深部静脈血栓症における凝固・線溶・成因・治療からみた意義．静脈学 5：155-162，1994
- 12) 羽田雅夫，藤巻道男：DICの診断．『DICと他臓器障害』高久史磨，森岡恭彦，松田 保，編，現代医療社，東京，1992，P81-93．
- 13) 平井正文，吉永まゆみ，中山 龍：反射式光電脈波による下肢静脈疾患の検討．脈管学 25：1267-1282，1985
- 14) 松尾 汎：下肢深部静脈血栓症の診断．Heart View 1：880-885，1997
- 15) 応儀成二：下肢深部静脈血栓症の診断と治療－肺塞栓源の視点から．静脈学 9：263-270，1997
- 16) 高瀬信弥：Color duplex scanning．静脈学 7：405-417，1996
- 17) Appelman PT, Jong TED, Lampmann LE: Deep venous thrombosis of the leg: US findings. Radiology 163: 743-746, 1987
- 18) Lensing AWA, Prandoni P, Buller HR, et al: Detection of deep vein thrombosis by realtime B-mode ultrasonography. N Engl J Med 320: 324-345, 1989
- 19) Holtz DJ, Debatin JF, McKinnon GC, et al: MR venography of the calf: Value of flow-enhanced time-of-flight echoplanar imaging. AJR 166: 663-668, 1996
- 20) Laissy JP, Cinqualbre A, Loshkajian A, et al: Assessment of deep venous thrombosis in the lower limbs and pelvis: MR venography versus duplex doppler sonography. AJR 167: 971-975, 1996
- 21) Yoshizako T, Sugimura K, Kawamitsu H, et al: Two-dimensional time-of-flight MR venography: Assessment with detection of chronic deep venous thrombosis in combination with magnetization transfer contrast. JCAT 20: 957-964, 1996
- 22) Lebowitz JA, Rofsky NM, Krinsky GA, et al: Gadolinium-enhanced body MR venography with subtraction technique. AJR 169: 755-758, 1997
- 23) 星 俊子，蜂谷 貴，叶内 哲，他：下腿静脈のGd-enhanced subtraction MR venography - 静脈の描出能と静脈血栓症への応用 - ．日医放会誌 59：674-678，1999
- 24) 田島なつき，田島廣之，岡田 進，他：深部静脈血栓症のMR venography．日本磁気共鳴医学会雑誌 17：20-27，1997
- 25) 北 美保，三谷康幸，谷畑博彦，他：マルチスライスCT時代のMRIの位置づけ，末梢血管．INNERVISION 15(9)：34-37，2000
- 26) 小谷野憲一：下肢静脈造影法のポイント．medicina 23(12)：2026-2028，1986
- 27) Stehling MK, Rosen MP, Weintraub J, et al: Spiral CT Venography of the Lower Extremity. AJR 163: 451-453, 1994
- 28) 塩山靖和，松枝 清，堀畑浩史，他：高速らせんCTを用いた3次元CT下肢静脈造影の試み．日医放会誌 56：67-69，1996
- 29) Qanadli SD, El Hajjam M, Mesurolle M, et al: Pulmonary embolism detection: Prospective evaluation of dual-section helical CT versus selective pulmonary arteriography in 157 patients. Radiology 217: 447-455, 2000