肺孤立结节的动态 CT 增强研究

储成凤 徐秋贞 杨明 陈峰 朱亚彬 张俭 朱晓莉 张建民 郏爱明

【摘要】 目的:采用同层动态 CT 增强评价肺孤立性结节。方法:选择 41 例直径 ≤4cm 的肺孤立性结节进行 研究,其 中肺癌 29 例,肺结核球 7 例,肺炎性结节 3 例,肺错构瘤 2 例。静注 碘剂100ml前后,对病灶中心作薄层扫描,测量增强前 后 CT 值。结果:肺癌和肺炎性结节显著强化,肺结核球和肺错构瘤轻度强化或不强化,肺癌和肺结核在 75s 和 135s 时间 段增强比较中均有统计学显著性差异(P< 0.05)。结论:①动态 CT 增强对肺癌与肺结核球 等结节的鉴别极有价值,并可 将增强 后 CT 净增值 < 20HU,作为良 恶性结节的阈值指标;②动态 CT 增强中应重视淋巴结的观察,有利于 SPN 的定性诊 断。

【关键词】 肺孤立结节; CT 增强; 肿瘤, 肺

【中图分类号】R814.42; R734.2 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2003)03-0179-03

Dynamic enhanced CT of solitary pulmonary nodule CHU Chengfeng, XU Qiuzhen, YANG Ming, et al. Department of Radiology, Zhong Da Hospital Affiliated to Southeast University, Nanjing 210009

[Abstract] Objective: To evaluate application of dynamic enhanced CT in evaluation of solitary pumonary nodules (SPN). Methods: Incremental dynamic enhanced computer tomography was employed to evaluate solitary pumonary nodules (SPN). The patients with SPN of diameter ≤ 4 cm had 29 malignant nodules, 7 tuberculomas, 3 inflammatory nodules and 2 hamartoma. Thin section CT scan through the center of the nodules was performed before and after the injection of 100ml iodinated contrast material. The CT values of the nodules were calculated before and after contrast administration. Results: All malignant and inflammatory nodules showed significant enhancement, but tuberculomas and hamartoma showed little or no enhancement at all. Lung cancer had significant difference from tuberculomas at the time 75 and 135 minutes (P < 0.05). Conclusion: Dynamic enhanced CT is value bein identifying the malignant nodules from tuberculomas and other benign nodules. The increased CT value of the same nodule with less than 20 HU after administration of contrast material can be regarded as a threshold to classify benign nodule from malignant nodules; Demphasis should be laid on observation to the lymph nodes in the dynamic enhanced CT, which is beneficial to the diagnosis of SPN.

[Key words] Solitary pulmonary nodule(SPN); CT, enhancement; Lung neoplasm

孤立性肺结节(solitary pulmonary nodule, SPN)的影像诊断,随着薄层 CT, 纤维支气管镜及经皮肺穿刺活检等技术的广泛应用, 已有明显提高, 但在临床上被切除的 SPN 中, 仍有25%~33% 是良性病变¹¹,这说明影像医师只注意观察 SPN 的形态学变化远远不够, 国内外同行都试图通过动态 CT 增强的方法,获得 SPN 的密度变化,来判断其性质^[+10]。我们在2000年5月~2002年5月进行了研究。

材料与方法

1. 选择病例的标准

平片和常规 CT 平扫发现 肺孤立性结节,直径为 8~ 40mm,无空洞和钙化,且具备如下条件:①结节与肺门、纵隔大 血管、心脏及脊柱不相连;②图像无伪影;③所有病例均以本次 动态增强前后的影像表现和诊断为基准。本组符合上述标准 的41 例中,男 21 例,女 20 例,年龄 31~75 岁,平均年龄 59.5 岁。其中肺癌 29例,分别为腺癌 15例(包括细支气管肺泡癌 6 例),鳞癌 3例,肺转移癌 2例,未分化癌和粘液表皮样癌各 1 例,未定型 7例(其中痰检和肺穿刺证实为恶性肿瘤,但无法确 定细胞类型各 2例,另 3例临床经过为恶性,即发现肺内结节后 9个月因脑转移而死亡);肺结核球 7例;肺炎性结节 3例(随访 中 2例病灶消失,1例缩小);错构瘤 2例。除 3例肺癌及 3例 肺炎性结节外,均经手术后病理证实。

2. 研究方法

应用 GE 公司 Hispeed CT/i 扫描机和非离子型对比剂 (100ml),使用高压注射器,注射流率 3~2.5ml/s,常规薄层 (3~5mm)扫描后,采用 2种方法行同层动态增强扫描:①于注 药后 15、75 及 135s 分别行病灶动态扫描,共 3 个序列,第 1、2 序列各扫描 10 层,扫描时间间隔 2s,最后一个序列只扫描 4 层,扫描时间间隔 6s,各序列之间延迟 30s,共作 8 例;②只选择 3 个中心层面,于注药后 15、75、135 及 195s 分别对病灶中心动 态扫描,第 1、2 序列间延迟 13s,第 2、3 序列间延迟 20s,余各系 列之间延迟 53s,并于第 1、2 序列间(35s 开始)插入淋巴结兴趣 区 10 层,层厚 10mm,螺距 1~1.2。如病灶位于上肺野,则自结 节中心向下扫描至隆突下 2cm;如病灶位于中肺野,则扫描区应包括隆

• 胸部影像学•

^{*} 东南大学基金课题(XJ-0267)

作者单位:210009 南京,东南大学附属中大医院放射科(储成凤、 徐秋贞、杨明,陈峰、张俭、郏爱明),胸外科(朱亚彬),呼吸科(朱喨莉), 病理科(张建民) 作者简介:储成凤(1952~),女,江苏海安人,副主任医师,硕士导师,主要从事呼吸系统疾病的影像学诊断工作。

表1 SPN 增强扫描前后CT 值(X±s,HU)

疾病	例数	CT 平扫	增强值					增强后最大
			15s	35s	75s	135s	195s	CT 均值
肺癌	29	31. 32±9. 08	36.18±13.83	61.28 ± 18.35	64.57±17.21 ^{**}	61.53±20.09 [*] *	64. 50 ± 23.43	72.15 \pm 18.58
肺结核瘤	7	38. 47 ±23. 58	29.89±16.42	40. 42±14.51	41.64±16.96	37.93 ± 20.46	36. 53±21.36	44.16±16.58
肺炎症结节	3	25.62±12.04	45.17±25.80	44. 26 ± 22.73	56.87±48.28	87.68±0.21 ^{***}	-	75.80 ± 42.97
肺错构瘤	2	$2.55 \pm 5.44^{*}$	9.835 \pm 8.72 [*]	$1.8\pm6.18^{*}$	7.77±0.13	_	_	11.93±5.76

注: "错构瘤和其它肿块, 各时间段比较中均有显著性差异 P< 0. 01。** 肺结核和肺癌在 75s 和 135s 时间段比较中均有显著性差异 P< 0.05。**** 肺癌和炎性结节在 135s 时比较中有显著性差异 P< 0.05

突上 2cm 至降突下 4cm, 共作 33 例, 其中 2 例因病灶太小(直 径< 1.5 cm) 或呼吸幅度太大(病灶大部分位于膈下), 某一序列 落空,顺延追加一个序列;另1例系高龄患者,注药时血管破 裂,将注药流率改为 2ml/s。此外,于 75s 和 135s 终止扫描分别 为3例和2例。扫描结束后,分别测量 SPN 平扫及增强后不同 时相的 CT 值, 计算 SPN 最大增强 CT 均值和净增值(增强后 各时相 CT 均值减去平扫 CT 值), 描绘出 SPN 的时间 密度曲 线,分析 SPN 的增强幅度及特点,对各种病灶行分类统计,并 用 t 检验进行统计学处理。还根据 Swensen 等^[1] 提出的标准, 将CT净增值< 20HU 作为判断良恶性结节的增强阈值,即< 20HU 为良性. > 20HU 为恶性。评价 CT 强化值对 SPN 的鉴别 价值。

结果

SPN 增强前后的 CT 值变化见表 1。肺癌增强后除 15s 外,余各期 CT 值与平扫比较均有显著性差异(P<0.001);且 其增强高峰自 75s开始,至 195s时峰值最高,有逐步增高趋势。 肺结核增强后各期 CT 值与平扫比较无统计学显著性差异(P > 0.05)。炎性结节增强高峰在 135s。结核球与错构瘤均无明显 增强高峰。而肺结核和肺癌在 75s 和 135s 时间段比较中均有统

计学显著性差异(P< 0.05)。

肺癌的时间 密度曲线呈缓慢持续升高型; 肺结核的时间 密度曲线呈平坦型:因炎性结节和错构瘤的病例数太少未作时 间 密度曲线。

SPN 的强化类型和程度: 29 例肺癌中 18 例呈结节状均匀 强化(图1),直径均<2.5cm;11 例呈不均匀斑片状强化(周边 强化为主6例,中心强化为主5例,坏死区不强化),直径均为3 ~ 4cm。强化程度: 轻~ 中度。7 例肺结核球中, 呈圆或类圆形 环形强化 4 例, 呈不均匀三角形强化 1 例, 不强化 2 例(图 2); 3 例炎性结节中,2例呈结节状均匀强化(其中1例最大增强值高 达 108.06HU), 强化程度: 中度。不强化 1 例, 2 例错构瘤均无 明显强化。所有病灶的强化程度分三度: 轻度强化指其密度较 平扫略高,其 CT 净增值 < 20HU;中度强化指其密度较高,其 CT 净增值在 20~ 60HU; 重度强化指其密度最高, 其 CT 净增 值> 60HU。

本组 41 例中, 据本次平扫所示 SPN 的形态学变化和 CT 值定性正确率为 66% (27/41), 而结合 SPN 的强化特点及增强 后 CT 净增值的变化定性正确率为 95% (39/41)。 29 例肺癌增 强后的定性正确率为 97% (28/29), 7 例肺结核球增强后 定性正 确率为 86% (6/7)。肺炎性结节增强后定性正确率亦有提高。



图 1 左上叶肺腺癌。a) 平扫,结节呈类圆形,有分叶,密度均匀。CT 值 29.29HU;b) 增强后 15s,病灶轻度强化,CT 值 42.29HU;e) 增强后 135s, CT 值 86.81HU; 创 增强后 195s, CT 值 58.47HU。 图2 右上叶肺结核球。a) 平扫,结节呈类圆形,密度均匀, CT 值为 34.68HU; b) 增强后 15s, 结节无明显强化, CT 值为 30. 54HU; c) 增强后 135s, 结节强化仍不明显, CT 值为 40. 47HU。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

讨论

1. 关于 SPN 的动态增强峰值

自 1992 年 Swensen 等^[1] 首次报道 SPN 的动态增强研究之 后,国内外影像学家都热衷于此项工作,但各家所用机器、扫描 条件(如对比剂用量、注药流率及延迟时间等)的不同、各叶 SPN 尤其是肺癌的最大增强峰值出现的时间差异很大。Yamashita 等^[4] 利用常规 CT 对 18 例肺癌进行了动态增强扫描 (100~150ml对比剂, 流率 2ml/s, 0.5、2 和 5min 分别扫描), 他 认为肺癌的增强峰值出现在 5min 左右。曾庆思等^[7] 用手推法 (100ml 对比剂, 流率 2ml/s, 1, 2, 3, 4, 5 和 10min 分别扫描) 行 动态增强扫描,他认为恶性肿瘤和炎性结节增强峰值应在2min 左右。Zhang 等^[5]用高压注射器,对 42 例 肺癌行动态增强扫描 (100ml 对比剂, 流率4ml/s), 认为肺癌的增强峰值在 1min 左 右。起初我们亦采用 Zhang 等^[5] 的方法行 SPN 的动态增强扫 描,但在实践中,逐步将对比剂的注射流率由 3ml/s 减到 2. 5ml/s,(个别患者因年龄大,血管易破,对比剂外溢后引起医疗 纠纷)仅作8例,余病例均调整为第二种扫描方法,均获成功。 肺癌的最大强化峰值出现在 75s,至 195s 时峰值最高。因此, 我们同意 Zhang 等^[5] 的观点,对比剂注射的速度及剂量决定了 峰值出现的时间。本组肺癌的最大增强均值为(72.15±18. 58) HU, 低于曾庆思等^[7]的结果, 而高于刘士远等^[1,4,9]的资 料,分析其原因,与我们测量兴趣区的部位和大小有关。我们 发现以 2.5~3ml/s的流率注射对比剂时,癌肿增强早期的强 化往往不均匀^[9],且随着时间的延长,病灶进一步强化,且病灶 越小,强化越均匀,而病灶越大,强化越不均匀(瘤体越大越易 形成缺血坏死,鳞癌最常见)。如兴趣区的选择过大,CT 值则 偏低; 而兴趣区的选择过小, CT 值则偏高, 差异太大, 难以控 制。最后我们采用刘士远等的方法^[9],即以肉眼观察病灶强化 最明显的区域进行测量,故每例病灶的兴趣区面积并不完全一 致,但应与平扫所选择的部位和层面相同,只有这样,才能真正 反映该结节的强化特点。尽管所测最大强化 CT 均值偏高,但 其时间 密度曲线呈缓慢持续升高型,与上述资料相似。

2. 可将 SPN 的净增值< 20HU 作为良性结节的阈值

本组资料,我们以增强后净增值> 20HU 作为恶性结节的 阈值指标,且据 SPN 平扫所见及增强后 CT 净增值的变化,总 定性正确率由 66% 提高到 95% (39/41)。就肺癌而言,所有病 灶的净增值全部大于 20HU;定性正确率由 72% (21/29 例)提 高到 97% (28/29 例);而将 SPN 增强后净增值< 20HU 者,明 确诊断为良性结节,即肺结核球和错构瘤,均得到病理和临床 证实。因此,我们认为动态 CT 增强扫描,对 SPN 的定性诊断 有较大价值,值得推广。并可将 SPN 的净增值< 20HU 作为良 性结节的阈值。但当鉴别诊断确有困难时,可辅以癌胚抗原 (CEA)检测及经皮肺穿刺活检等,亦可行 SPN 的动态观察,但 时间不应超过半年^[10]以免延误癌性结节的早期检出。

此外,SPN 的动态扫描不可忽视淋巴结的观察。SPN 的定

义为^[1]: 肺内直径≤4cm 的圆或椭圆形结节状病灶, 无肺不张, 肺炎及卫星病灶和局部淋巴结肿大。而本组资料有1例因体 检发现右上肺结节灶 8 个月, 病灶直径 1.6cm, 密度均匀, 边缘 有长毛刺,平扫 CT 值 25.02HU,增强扫描发现最大 CT 增强值 达 61.62HU, 净增值为 36.60HU, 最初诊断为肺癌, 但追问病 史并寻找既往 X 线片,发现 3 年前该部位即有病灶,仅表现为 病灶略增大,经数家医院会诊,考虑肺结核而行抗结核治疗,但 于 2 个月后肝功能出现异常, CEA 持续升高(> 82U)。至 8 个 月后,经手术后病理证实为右上肺叶细支气管肺泡癌,伴肺门、 纵隔淋巴结转移,多处取材,均未见结核证据。重新观察该患 者的 CT 资料,发现其肺门及纵隔淋巴结虽无肿大(直径均在 6~ 8mm),但其数量明显增多。此后又遇到类似情况 2 例。因 此,肺门或纵隔淋巴结无肿大,不等于无癌转移。鉴于此,我们 将扫描方法调整为第二种,即在35s和75s之间插入淋巴结感 兴趣区的扫描,可迅速检出 CT 平扫无法检出的淋巴结变形^[6] 和数量增多。对确定 SPN 的良恶性更有价值。因此,我们认 为 SPN 的动态增强扫描, 不可忽视对淋巴结的观察。且这种 方法与常规增强扫描层数相似,可在不增加患者 X 线辐射剂量 的情况下,既可观察病灶的形态和密度变化,又可观察肺门及 纵隔淋巴结的形态及数目异常(我们的 经验是观察淋巴结时 与 自身既往资料比较较为重要)。这种扫描方法既往文献中均未 提及,值得重视。

参考文献

- Swensen SJ, Morin RL, Schueler BA, et al. Solitary pulmonary nodule: CT valuation of enhancement with iodinated contrast material: a preliminary report[J]. Radiology, 1992, 182(1): 343-347.
- 2 Swensen SJ, Brown LR, Colby TV, et al. Pulmonary nodules: CT evaluation of enhancement with iodinated contrast material [J]. Radiology, 1995, 194(1): 393-398.
- 3 Swensen SJ, Brown LR, Colby TV, et al. Lung nodule enhancement at CT: prospective findings[J]. Radiology, 1996, 201(2): 447-455.
- 4 Yamashita K, Matsunode S, Takahashi R, et al. Small peripheral lung carcinoma evaluated with incremental dynamic CT: radiology pathologic correlation[J]. Radiology, 1995, 196(2): 401-408.
- 5 Zhang M, Kono M. Solitary pulmonary nodules evaluation of blood flow patterns with dynamic CT[J]. Radiology, 1997, 205(2): 471-478.
- 6 Shimoyama K, Murata K, Takahashi M, et al Pulmonary hikar lymph node metastases from lung cancer: evaluation based on morphology at thim section, imcremental, dynamic CT[J]. Radiology, 1997, 203(1): 187-195.
- 7 曾庆思,谢念危,邓韶铭,等.动态 CT 扫描对肺部孤立结节的评价
 [J].中华放射学杂志,1997,31(3):164167.
- 8 肖国文,李铁一,李辉.CT 增强扫描鉴别诊断肺内孤立小结节价值[J].中国医学影像学杂志,2000,8(1):27-29.
- 9 刘士远,周康荣,肖湘生,等.周围型肺癌CT 动态增强与肿瘤微血管 密度的关系[J].中国医学计算机成像杂志,2000,6(3):172-175.
- 10 储成凤,刘万花,高广如.周围型肺癌 X 线动态观察(附 14 例分析)
 [J].临床放射学杂志,2000,19(11):695-698.

(2002-07-22 收稿 2002-08-28 修回)