

- 3 Rogers CL, Theodore DN, Dickman CA, et al. Surgery and permanent ¹²⁵I seed paraspinal brachytherapy for malignant tumors with spinal cord compression. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2002, 54(2): 505-513.
- 4 Nanda SK, Reynolds SM, Kaiser PK, et al. Ten-year follow-up of fellow eyes of patients enrolled in Collaborative Ocular Melanoma Study randomized trials: COMS report No.22. *Ophthalmology*, 2004, 111(5): 966-976.
- 5 Bashar AQ, Brendan C, Dan A, et al. The use of linked seeds eliminates lung embolization following permanent seed implantation for prostate cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2004, 59(2): 397-399.
- 6 Finger PT, Berson A, Ng T, et al. Palladium-103 plaque radiotherapy for choroidal melanoma: an 11-year study. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2002, 54(5): 1438-1445.
- 7 Puusaari I, Heikkonen J, Summanen P, et al. Iodine brachytherapy as an alternative to enucleation for large uveal melanomas. *Ophthalmology*, 2003, 110(11): 2223-2234.
- 8 Astrahan MA. Improved treatment planning for COMS eye plaques. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2005, 61(4): 1227-1242.
- 9 孙平, 盛祖立, 张正仪, 等. 4种临床用烤瓷合金材料细胞毒性研究. *口腔医学*, 2004, 24(6): 344-346.
- 10 Nath R, Anderson LL, Luxton G, et al. Dosimetry of interstitial brachytherapy sources: Recommendations of the AAPM Radiation Therapy Committee Task Group NO.43. *Med Phys*, 1995, 22(2): 209-234.
- 11 Ray SK, Bhatnagar R, Hartsell WF, et al. Review of eye plaque dosimetry based on AAPM task group 43 recommendations. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 1998, 41(3): 701-706.
- 12 Astrahan MA. Improved treatment planning for COMS eye plaques. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2005, 61(4): 1227-1242.
- 13 Merrick GS, Butler WM, Dorsey AT, et al. Seed fixity in the prostate/periprostatic region following brachytherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2000, 46(1): 215-220.

(收稿日期: 2005-12-24)

·临床放射医学·

放射治疗相关肝损伤的 CT 影像及其影响因素

赵水喜 郑静晨

【摘要】放射治疗致肝损伤的病理表现为典型的肝静脉闭塞性疾病。正常肝脏、肝硬化肝脏放射性肝损伤 CT 平扫显示为照射区低密度改变, 而脂肪肝放射性肝损伤显示为照射区高密度改变。正常肝脏、肝硬化肝脏动态 CT 增强扫描表现不同。放射性肝损伤的不同表现与肝脏基础相关。放射性肝损伤的发生与照射剂量、肝脏基础、放射性肝炎的关系需进一步研究。

【关键词】肝脏; 肝硬化; 脂肪肝; 辐射损伤; 体层摄影术, X 线计算机

【中图分类号】R814.42 【文献标识码】A 【文章编号】1673-4114(2006)06-0372-03

CT appearance and risk factors of hepatic injury related to radiotherapy

ZHAO Shui-xi, ZHENG Jing-chen

(Department of Oncology, The General Hospital of Chinese People's Armed Police Forces, Beijing 100039, China)

【Abstract】Radiation-induced liver disease is characterized structurally by veno-occlusive disease. Low attenuation areas of liver on noncontrast CT were observed in the patients with normal or cirrhosis liver after delivered conformal radiotherapy. In the patients with fatty infiltration of the liver, CT showed relative increased density in the treatment portal. Enhanced pattern of irradiation-induced hepatic disease are different between normal liver and cirrhosis liver. CT appearance of irradiation-induced hepatic injury is related to primary liver disease.

【Key words】Liver; Fatty liver; Hepatic cirrhosis; Radiation injuries; Tomography, X-ray computed

放射诱导肝脏疾病 (radiation-induced liver

disease)也称放射性肝炎, 定义为肝脏受照后出现至少两倍碱性磷酸酶升高伴随体检发现非肿瘤性腹水、无疾病进展的肝脏肿大或转氨酶升高为正常值

作者单位: 100039 北京, 武警总医院肿瘤科

通讯作者: 赵水喜 (E-mail: zhaoshuixi@sian.com)

上限及治疗前水平的5倍以上,与影像改变无关。而放疗后患者无明显异常体征、仅针对受照肝脏的影像学改变者定义为放射性肝损伤(radiation-induced hepatic injury)。本文对放射性肝炎、放射性肝损伤的CT影像及其影响因素予以综述。

1 放射性肝损伤的病理

放射性肝损伤的典型病理表现为照射区肝脏静脉闭塞病。其分为急性期、亚急性期、慢性期3个阶段:急性期主要表现为中央肝小叶肿胀、充血,肝窦明显破坏;慢性期改变为典型的肝硬化,表现为严重的血管损伤,肝细胞萎缩,小叶塌陷、变形,以门静脉和胆管为中心的脉管纤维化;亚急性期则兼有急性、慢性期的改变。放射性肝损伤的病理机制尚不清楚。

2 放射性肝损伤的CT影像及影响因素

2.1 放射性肝损伤的CT影像

2.1.1 正常肝脏放射性肝损伤的典型CT表现

平扫显示,界限清晰的低密度改变,其与放疗治疗的照射野相对应,与肝脏解剖结构无关。动态增强CT扫描显示,动脉期正常肝脏轻度增强,受照射肝脏无明显增强;门脉期显示正常肝脏较受照射肝脏增强明显;延迟期则受照射肝脏密度高于正常肝脏。动脉血管造影CT显示同样动态改变:Willemar等^[1]观察到静脉期扫描显示受照射肝脏肝静脉、门静脉分支变狭窄、不规则,组织活检显示窦充血、窦旁水肿,作者认为这些改变导致肝窦内血流停滞,进一步影响肝动脉和门静脉内血液的流入,从而导致正常肝脏与受照射肝脏不同的增强表现。

2.1.2 肝硬化肝脏放射性肝损伤的CT表现

与正常肝脏放射性肝损伤的CT平扫一样,均表现为界限清晰的低密度改变,然而二者的动态CT表现不同。Ahmadi等^[2]报道,放疗治疗肝细胞肝癌患者,受照射肝硬化肝脏动态CT增强扫描显示动脉期早期增强,静脉期、延迟期受照射肝脏较正常肝脏增强明显;动脉血管造影CT显示照射区均匀增强,而相应的门静脉血管造影CT显示照射区则为低密度改变,门静脉分支及终末支血流量降低,故认为照射区CT的动态增强表现与提高的肝动脉流量和降低的门静脉流量有关。

2.1.3 合并脂肪肝患者放射治疗后的CT表现

这方面的报道较少。Gara等^[3]观察到2例合并脂肪肝患者放射治疗结果:照射区CT平扫显示高密度改变,认为可能为照射区肝组织水含量提高或者脂肪丢失的结果。Yamasaki等^[4]观察到2例合并脂肪肝患者放射治疗后肝脏损伤,受照射肝脏与未照射肝脏区比较显示相对高密度改变,高密度区与照射野一致。目前尚无此类改变的组织活检病理表现的报道,放疗治疗后水肿与脂肪减少可能是导致密度改变的原因。

2.2 放射性肝损伤CT影像的相关因素

2.2.1 发生与转归

Ahmadi等^[2]用质子治疗肝细胞肝癌患者,放疗50~84 Gy/10~24次,随访时间12~76个月,结果:放疗后3~4周内出现放射性肝改变占67.5%,放疗后3~4月内为95.3%,6个月后全部出现改变。Yamasaki等^[4]用超分割放射治疗31例(7例肝脏肿瘤,7例胆管癌,17例转移癌)患者,总剂量为48~73 Gy,1.5~1.65 Gy/次,2次/d,结果显示,25例(80.6%)患者出现肝损伤,1例患者放疗后1个月内出现肝脏改变,19例(76%)患者放疗后2个月内出现肝脏改变,5例患者第3个月表现肝损伤。Herfarth等^[5]用立体定向单次照射治疗肝脏肿瘤(1例肝细胞癌,3例胆管细胞癌,32例转移癌)患者,放疗中位剂量为22 Gy(16~24 Gy),中位随访8.3(1.3~17.9)个月,结果100%出现放射性肝损伤,损伤出现时间中位1.8个月(1.2~4.6个月)。对于放射性肝损伤的转归,报道较少。Ahmadi等^[2]观察到6例患者放射性损伤影像改变在治疗后42~69个月消失。

2.2.2 肝脏基础的影响

Chiou等^[6]将肝脏照射后CT改变总结为3种类型:I型,平扫、增强扫描动脉期、静脉期低密度改变;II型,平扫、增强扫描动脉期为低密度改变,静脉期为等密度改变;III型,平扫为低密度或等密度改变,增强扫描动脉期为低或等密度改变,静脉期为高密度改变。I、II、III型改变距放疗后中位时间分别为74 d、183 d、220 d,放疗后最初3个月内持续低密度I型改变常见,3个月后则II、III型改变常见。同样,Herfarth等^[5]用立体定向单次照射放疗肝脏肿瘤后总结放射性肝损伤表现为3种增强方式,即I型门脉期低密度改变、延迟期等密度改变,II型门脉期低密度改变、延迟期高密度

改变, III型门脉期等密度或高密度改变、延迟期高密度改变;随着随访时间的变长,放射性肝损伤的增强方式有迁移性改变,最初随访时I型改变占58%,以后随访时III型改变占58%。放射性肝损伤CT影像随时间的改变与肝脏照射后进行性纤维化的一致性,提示肝脏照射后的病理改变是放射性肝损伤影像改变的基础。

2.2.3 剂量因素

Ahmadi等^[2]用质子治疗46例肝细胞肝癌患者,照射剂量 $\geq 80\text{Gy}$ 、72~78Gy、63~69Gy、50~56Gy组放疗后3~4周内放射性肝脏改变的发生率分别为100%、72.7%、62.5%、33.3%,然而6个月后所有患者均出现放射性肝损伤。Yamasaki等^[9]用超分割放疗31例患者,48~73 Gy, 1.5~1.65 Gy/次,2次/d,照射总剂量48 Gy、52.8 Gy、66 Gy、72.8 Gy组放射性肝脏改变的发生率分别为73%、80%、88%、86%,未发现照射剂量与放射性肝脏改变的剂量相关性。三维治疗计划的应用能够将放射治疗后肝脏低密度改变区与治疗计划中的剂量曲线相对应。Herfarth等^[9]报道,立体定向单次照射放疗肝脏肿瘤结果显示,放射性肝损伤阈剂量中位值为13.7 Gy(8.9~19.2),放射性肝损伤出现时间与阈剂量相关($r=0.7$);其放射性肝损伤表现为3种增强方式,I型、II型增强方式的阈剂量低于III型增强方式。

3 放射性肝炎的CT影像及其相关因素

放射性肝炎的影像改变少有报道。Yamasaki等^[9]报道,超分割放射治疗后,2例(6%)临床诊断为放射性肝炎患者,1例患者发生于治疗后第10个月,无影像学改变;1例患者放疗后第10周临床诊断为放射性肝炎,治疗后6周、14周CT扫描显示肝脏低密度改变,治疗后7.5个月影像改变消失。Cheng等^[7]用三维适形放疗对81例合并肝炎肝癌患者治疗后,12例出现放射性肝炎,中位潜伏期26.5 d(8~46 d);7例患者行CT检查,其中4例患者观察到照射区密度改变,表现为平扫低密度或等密度,动脉期为低密度或高密度,门脉期持续高密度改变。

Cheng等^[8]分析肝硬化肝癌患者三维适形放疗结果,显示发生放射性肝炎与无放射性肝炎的患者受照30 Gy肝脏体积占全肝体积百分比(V_{30})分别

为42.3%、33.1%($P=0.05$)。Liang等^[9]治疗128例患者,19(15%)例出现放射性肝炎,Child-Pugh A级患者肝脏平均剂量 $<19\text{Gy}$ 者无放射性肝炎发生, $>19\text{Gy}$ 者6%(7/108)患者出现放射性肝炎;Child-Pugh B级患者60%(12/20)患者出现放射性肝炎。

放射性肝损伤定义来源于影像学改变,放射性肝炎定义则来自临床及生化改变,三维适形放疗的出现提供了更加丰富的肝损伤表现,提示放射性肝损伤、放射性肝炎为放疗后肝损伤不同严重程度的表现。放射性肝损伤与放射性肝炎的关系需进一步研究,以明晰影像改变与临床表现的联系。

参 考 文 献

- 1 Willemart S, Nicaise N, Struyven J, et al. Acute radiation-induced hepatic injury: evaluation by triphasic contrast enhanced helical CT. *Br J Radiol*, 2000, 73(869): 544-546.
- 2 Ahmadi T, Itai Y, Onaya H, et al. CT evaluation of hepatic injury following proton beam irradiation: appearance, enhancement, and 3D size reduction pattern. *J Comput Assist Tomogr*, 1999, 23(5): 655-663.
- 3 Gara BS, Shawker TH, Chang R, et al. The ultrasound appearance of radiation-induced hepatic injury: correlation with computed tomography and magnetic resonance imaging. *J Ultrasound Med*, 1988, 7(11): 605-609.
- 4 Yamasaki SA, Marn CS, Francis IR, et al. High-dose localized radiation therapy for treatment of hepatic malignant tumors: CT findings and their relation to radiation hepatitis. *Am J Roentgenol*, 1995, 165(1): 79-84.
- 5 Herfarth KK, Hof H, Bahner ML, et al. Assessment of focal liver reaction by multiphase CT after stereotactic single-dose radiotherapy of liver tumors. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2003, 57(2): 444-451.
- 6 Chiou SY, Lee RC, Chi KH, et al. The triple-phase CT image appearance of post-irradiated livers. *Acta Radiol*, 2001, 42(5): 526-531.
- 7 Cheng JC, Wu JK, Huang CM, et al. Radiation-induced liver disease after radiotherapy for hepatocellular carcinoma: clinical manifestation and dosimetric description. *Radiother Oncol*, 2002, 63(1): 41-45.
- 8 Cheng JC, Wu JK, Huang CM, et al. Radiation-induced liver disease after three-dimensional conformal radiotherapy for patients with hepatocellular carcinoma: dosimetric analysis and implication. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2002, 54(1): 156-162.
- 9 Liang SX, Zhu XD, Lu HJ, et al. Hypofractionated three-dimensional conformal radiation therapy for primary liver carcinoma. *Cancer*, 2005, 103(10): 2181-2188.

(收稿日期: 2006-03-28)