文章编号:1000-5404(2006)01-0035-03

论著

兔肝门静脉阻断的MSCT血管成像评价

戚跃勇[1],邹利光[1],刘卫金[1],黄小兵[2],韩克强[2],张启川[1](第三军医大学新桥医院:[1]放射科,[2]肝胆外科,重庆 400037)

提 要:目的 探讨MSCT的肝动脉与门静脉血管成像价值,评价MSCT血管成像(multi-slice CT angiograph,MSCTA)在显示兔肝门静脉阻断效果中的作用。**方法** 20只新西兰大白兔行门静脉左外支结扎,另20只仅行假手术对照。3周后行MSCTA检查,对每只实验兔的动脉期和门静脉期图像进行容积再现(volume rendering,VR)、最大密度投影(maximum intensity projection,MIP)及多平面重建(multiplanar reformation,MPR)。并统计其肝动脉与门静脉的Ⅰ、Ⅱ级分支及≥Ⅲ级分支的显示情况,尤其是门静脉的阻断情况。**结果** 肝左外叶门静脉分支结扎者均能被MSCTA检查证实。Ⅲ级以上肝动脉分支的MSCTA显示率(40%)明显低于Ⅰ、Ⅱ级肝动脉分支的显示(分别为100% 和70%)($P<0.05$)。对于门静脉分支的MSCTA显示方面,各级分支的显示率无显著性差异($P>0.05$)。**结论** MSCTA可无创直观地显示兔肝动脉与门静脉的空间解剖细节,在兔肝门静脉阻断效果的评价中起着重要作用。

关键词:肝血管;兔;体层摄影术,X线计算机;血管成像
中图法分类号:R-332;R735.7;R814.42 **文献标识码**:A

Evaluation of multi-slice CT angiography in detecting portal vein occlusion in rabbits

QI Yue-yong[1], ZOU Li-guang[1], LIU Wei-jin[1], HUANG Xiao-bing[2], HAN Ke-qiang[2], ZHANG Qi-chuan[1]([1]Department of Radiology, [2]Department of Hepatobiliary Surgery, Xinqiao Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400037, China)

Abstract: Objective To study the value of multi-slice CT angiography (MSCTA) in detecting the hepatic vascular anatomy and to evaluate the efficacy of portal vein occlusion in rabbits. **Methods** The portal branch ligation (PBL) of the left external branch of portal vein was carried out in 20 New Zealand white rabbits, and sham operation in another 20 rabbits. Three weeks later, MSCT plain scan and MSCT three-phase enhanced scan were performed respectively on these rabbits by GE lightspeed ultra 16 scanner. Both arterial and portal phase 3D vascular imaging was processed by using volume rendering (VR), maximum intensity projection (MIP) and multiplanar reconstruction (MPR) technique. The displaying rate of Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ or above branches of hepatic arteries and portal veins was calculated respectively, especially for that in the region of PBL. **Results** PBL could be confirmed by MSCTA. The total displaying rate of the Ⅲ and above branch of hepatic arteries by MSCTA (40%) was significantly lower than that of Ⅰ and Ⅱ branches of hepatic artery (100% and 70%, respectively) ($P<0.05$), but there was no statistical difference on the displaying rate of the branches of portal vein ($P>0.05$). **Conclusion** MSCTA can clearly display spacial details of the hepatic vascular anatomy in rabbits. As a harmless examination method, MSCTA plays an important role in post-operative evaluation of the portal vein occlusion in rabbits.

Key words: hepatic vessels; rabbit; X-ray computed tomography; angiography

肝脏门静脉阻断是肝癌、肝硬化及门静脉高压等疾病的诊疗与实验研究中的一项重要技术,明确门静脉是否被阻断是保证该技术成功与否的前提[1,2]。近年来MSCT血管成像(multi-slice CT angiography,MSCTA)已在临床中逐步应用,但少见有关兔等小动物肝血管的MSCTA报道[3,4],本研究拟通过建立兔肝门静脉阻断模型来探讨MSCTA在显示兔肝动脉与门静脉及其在评价兔肝门静脉阻断效果中的作用。

1 材料与方法

1.1 材料

新西兰大白兔40只,体质量2~3 kg,雌雄不限,由第三军

基金项目:GE公司联合研发基金资助项目(2004E039)
Supported by the Research Foundation of GE company (2004E039)
作者简介:戚跃勇(1969-),男,重庆市人,硕士,主治医师,讲师,主要从事肝癌的影像诊断学与外周血管的介入诊疗方面的研究,发表论文40余篇。电话:(023)68774676
通讯作者:邹利光,电话:(023)68774676
收稿日期:2005-09-15;**修回日期**:2005-11-18

医大学实验动物中心提供。20只实验兔行门静脉阻断。全麻后,取仰卧位固定四肢于自制的兔手术台上,手术野常规剪毛、消毒铺巾。取上腹正中切口行门静脉部分分支结扎术(portal branch ligation,PBL)。无菌条件下在上腹部正中作约2 cm长切口逐层开腹,暴露肝脏,用无钳镊轻夹肝左外叶将其拉出体外,逐一钝性分离门静脉左外支起始部分,分别结扎其近远端后离断。观察门静脉左外支离断后的左肝颜色,当左外肝颜色全部变暗后方表明门静脉左外支被完全阻断。另20只实验兔行门静脉左外支PBL的假手术进行对照。

1.2 方法

3周后行MSCTA检查。应用GE lightspeed 16 CT扫描仪及MEDRAO Vistron CTTM高压注射器。检查当日禁食12 h,扫描前于兔耳缘静脉置入静脉留置针。MSCT轴位平扫:管电压80 kV,管电流120 mA,矩阵512×512,扫描视野(FOV)12~16 cm,层厚2.5 mm,观察肿瘤生长情况。MSCT增强扫描:用高压注射器以2.0 ml/s的速度注入对比剂安射力(320 mgI/ml)4~6 ml行3期增强扫描。自头向足方向,由膈顶上方扫描至肝下极下方2 cm以下。

MSCTA后处理方法:分别选取每只实验兔的肝动脉期和门静脉期图像进行容积再现(volume rendering,VR)、最大密度投影(maximum intensity projection,MIP)及多平面重建(multi-planar reconstruction,MPR)。在显示肝动脉分支的统计中,以肝固有动脉为Ⅰ级分支,左、右肝动脉为Ⅱ级分支,Ⅱ级分支以上者统称为≥Ⅲ级肝动脉分支。同样,以门静脉主干为Ⅰ级分支,左、右门静脉为Ⅱ级分支,Ⅱ级分支以上者统称为≥Ⅲ级门静脉分支。在MSCTA显示肝动脉与门静脉分支的统计中,将VR、MIP及MPR相互结合,以显示质量最好、显示分支最多者进行统计。

1.3 统计学分析

采用SPSS 12.0统计软件,计数资料用百分数表示,采用Fisher精确概率计算法和R×C表χ^2检验。

2 结果

20只PBL实验兔与20只假手术实验兔术后均成活,术后两组在神情、运动及饮食等方面均无明显变化。40只实验兔均顺利完成了肝动脉与门静脉的MSCTA检查。MSCTA检查对Ⅲ级以上肝动脉分支的显示率(40%)明显低于Ⅰ、Ⅱ级肝动脉分支的显示率(分别为100%和70%)($P<0.05$)(图1)。肝左外叶门静脉PBL后肝动脉分支的MSCTA表现为肝动脉扭曲、纤细。对于门静脉分支的MSCTA显示方面,各级分支的显示率无显著性差异($P>0.05$)。肝左外叶门静脉PBL者均能被MSCTA检查证实,无门静脉侧支血管形成(图2)。正常兔肝门静脉分支呈树枝状弥漫分布,彼此间分界清楚(图3、4)。

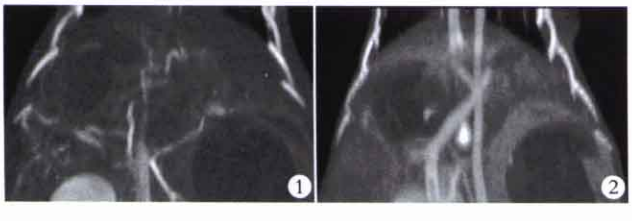


图1 兔肝动脉的MPR重建
图2 MPR重建显示门静脉左外支被结扎

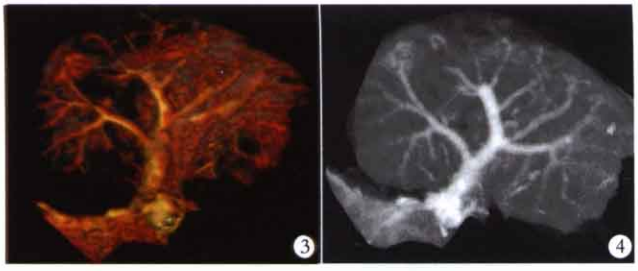


图3 正常门静脉VR重建
图4 同图3实验兔经MIP重建显示

3 讨论

3.1 兔肝门静脉阻断模型的建立

一次性结扎鼠或犬的门静脉主干,动物将在数小时内死于内脏淤血或出血,但Gaub等[5]对鼠肝90%的门静脉分支结扎术后,仅有14%的死亡率,其余鼠均能通过10%剩余肝组织代偿而存活。我们在预实验中,对2只实验兔只保留门静脉右后支而结扎其余门静脉分支,结果2只均在24 h内死亡。2只实验兔将门静脉左支全部结扎,保留整个肝右叶,术后前4 d实验兔与假手术实验兔相比,神情、运动及饮食均较差,5 d后逐渐恢复正常。而只对兔肝左外叶行PBL者,术后与假手术实验兔相比在神情、运动及饮食方面均无明显变化,从而有利于实验对照研究,通过本实验得到进一步证实。

有关肝癌的门静脉栓塞治疗的实验研究需要一理想的实验模型。有研究通过大鼠门静脉右支结扎引发的近端完全阻塞和碘油酒精混合物引发的远端末梢栓塞后者在导致栓塞区域肝叶萎缩的程度上相似[6]。这表明PBL可较好地模拟门静脉栓塞治疗,并且PBL可达到门静脉靶分支所支配肝叶的完全阻断,避免了因邻近门静脉血液的扩散而影响实验效果,有利于实验对照。本研究采用兔肝门静脉左外支PBL术有利于研究门静脉阻断对兔肝VX2移植瘤生长和血供影响的研究。

3.2 MSCTA评价

在MSCTA检查中,我们认为理想的肝动脉期扫描时间是肝动脉内对比剂完全充填而门静脉却未显影,理想的门静脉期扫描是门静脉内对比剂完全充填而肝静脉却未显影,且此时肝动脉内对比剂已全部廓清。因此,对比剂的合理应用与扫描时间的巧妙设定就至关重要。

文献中少见有关兔MSCTA检查的报道,我们通过预实验设定的检查参数在40只实验兔的MSCTA中获得了较好的图像质量。①对比剂注射速率为2.0

ml/s。理论上，对比剂注射速率越快，血管内瞬间血药浓度就越高，血管显影才越好。兔耳缘静脉置入静脉留置针后可赖受较高的对比剂注射速率，在预实验中，我们设定了 1.5、2.0 ml/s 及 2.5 ml/s 注射速率分别行 10 次耳缘静脉内高压注射器推注，只是 2.5 ml/s 者发生了 2 次耳静脉破裂，因此，我们选择了 2.0 ml/s 的对比剂注射速率。在我们 40 只实验兔的检查中，只是在同侧耳缘静脉多次检查时才发生破裂，且再次耳缘静脉穿刺并不会影响继续检查。②对比剂用量设定为 4 ~ 6 ml，并根据实验兔的重量在此范围内作适当调整。将最大剂量设定为 6 ml 是因为按本实验设定的扫描参数一般在 3 s 内多能完成一次全肝 MSCT 扫描，从而保证了在肝动脉期与门静脉期扫描中血管内有最高浓度对比剂充填后的扫描时机。如再加大剂量则会延长血管内比剂的廓清时间。③对比剂浓度为 320 mg/ml。在不影响血液渗透压的前提下，理论上对比剂碘含量越高，血管显影效果就越好。门静脉血同时接受肠系膜上、下静脉与脾静脉的血液回流，因为其各自的动-静脉行程不同，门静脉不可避免地被不含或少含对比剂的静脉血稀释。因此，我们认为门静脉的 MSCT 血管成像对碘含量的依赖性较全身其他血管更大。本实验对安射力对比剂的出厂浓度(320 mgI/ml)未作任何稀释，本组 40 只实验兔的 MSCTA 门静脉成像获得了极满意的图像质量(图 2 ~ 4)。此处的门静脉期是显示门静脉分支的时期，不是常规意义上的肝实质门静脉期。因此，此期相当于常规意义上的动脉晚期。④动脉期自注射对比剂后 7 s 开始扫描，门静脉期自注射对比剂期 13 s 开始扫描。由于兔肝大部分在膈下呈锥形，因此，肝动脉走形扭曲，重叠较多，MSCTA 较难全面立体地显示Ⅲ级以上肝动脉分支，为此，我们仅重点显示Ⅰ、Ⅱ级肝动脉分支以及腹腔干分支情况，一方面有利于 DSA 插管，另一方面有利于 MSCT 门静脉成像。为了保证在肝静脉显影之前进行门静脉期扫描，则需将肝动脉期扫描时间提前，因为肝动脉期和门静脉期扫描时间间隔需大于 1 s，以利于 CT 机扫描准备。⑤采集层厚为 2.5 mm，重建层厚 1.25 mm，重建间隔 0.65 mm。MSCT 薄层扫描及薄层重建可提高 Z 轴的空间分辨率，使处理后的图像更清晰。对于 Z 轴方向的重建，层厚越薄，其空间分辨率就越高，但扫描层厚太薄，如 < 1 mm 时，也会增加噪声，妨碍对强化的观察。因此，本实验扫描层厚选用 2.5 mm，既可达到薄层扫描又可与 MSCT 灌注扫描的层厚相一致，便于对照。MSCT 采集的容积数据可以进行回顾性任意间隔重组，重建间隔越窄，获得的重组血管影像越平滑，可减少阶梯状伪影的产生，由于探测器宽度为 1.25 mm，所以按 1.25 mm 层厚重建即可达到各向同性。重叠重建可减少数据丢失，但过高的重叠重建会延长后处理时间，且阶梯状伪影有时会更明显，故本研究重建间隔选为 0.65 mm。

MSCTA 成像方法包括 VR、MIP、MPR 及表面遮盖法(surface shaded display，SSD)等[3,4]。VR 几乎利用了所有数据，保存了原始的空间解剖关系，图像质量好，立体感强，伪影少，但要求重建血管与周围组织密度有较大的差别，否则不利于切割(图 3)。MIP 是利用容积数据中在视线方向上密度最大者成像，其数据利用率还不到 10%，重建时间较短、省时，其最大特点是可较真实地反映密度差异，能区分血管钙化与增强，缺点是图像立体感不强，对密度接近且相互重叠者空间关系显示不满意。MPR 是任意层面的冠状、矢状、横轴面和斜面二维图像后处理技术，可全面显示复杂的解剖结构，但无立体感，需与 VR、MIP 等技术结合观察，要求观察者熟悉拟显示靶血管的走行(图 2)。SSD 亦被用于血管的显示，其立体感较强，但其需选定感兴趣区的 CT 阈值，此范围内的像素方可显影，在此范围之外者被排除，因此，SSD 易受选择阈值的限制，且图像平滑度较差，本研究未将其列为常规。总之，本实验联合应用 VR、MIP 与 MPR 技术能更好地显示兔肝动脉和门静脉的分支与走行，能直观地显示兔肝动脉与门静脉的空间解剖细节，能确切地评价兔肝门静脉的阻断效果。

参考文献：

[1] CWIKIEL W, KEUSSEN I, LARSSON L, *et al.* Interventional treatment of children with portal hypertension secondary to portal vein occlusion[J]. Eur J Pediatr Surg, 2003, 13(5): 312 - 318.

[2] UENISHI T, KUBO S, HIROHASHI K, *et al.* A long-term survival case underwent repeated hepatic arterial infusion chemotherapy with portal branch ligation and wrapping of the liver using sheets for hepatocellular carcinoma[J]. Hepatogastroenterology, 2002, 49(47): 1423 - 1424.

[3] TANIKAKE M, SHIMIZU T, NARABAYASHI I, *et al.* Three-dimensional CT angiography of the hepatic artery: use of multi-detector row helical CT and a contrast agent[J]. Radiology, 2003, 227(3): 883 - 889.

[4] TAKAHASHI S, MURAKAMI T, TAKAMURA M, *et al.* Multi-detector row helical CT angiography of hepatic vessels: depiction with dual-arterial phase acquisition during single breath hold[J]. Radiology, 2002, 222(1): 81 - 88.

[5] GAUB J, IVERSEN J. Rat liver regeneration after 90% partial hepatectomy[J]. Hepatology, 1984, 4(5): 902 - 904.

[6] 詹松华，韩洪杰，王国良，等. 大鼠门静脉右支结扎和栓塞的对比研究[J]. 同济大学学报(医学版)，2001，22(3)：4 - 6，11.

(编辑　栗　嘉)