

640层容积CT 4D-DSA 技术评价肝动脉解剖变异及肝癌供血血管类型的初步应用

李波 张迪 李怡萱 夏军 许英浩 秦海燕

【摘要】 目的 探讨 640 层容积 CT 4D-DSA 技术评价肝动脉解剖变异及肝癌供血动脉类型的应用价值。方法 回顾分析经 640 层容积 CT4D-DSA 技术处理的 31 例拟诊或确诊肝癌患者 4D 血管图像,并结合横轴位容积图像观察分析。结果 除 2 例图像质量不符合诊断要求外,29 例中肝动脉解剖变异 Michels I 型 21 例(79.31%), IX 型 6 例(20.67%), Michels 未描述分型 2 例(22.22%); 规律性肝动脉供血肝癌 18 例(75%),其中存在寄生动脉供血 3 例,变异型肝动脉供血肝癌 5 例(25%)。动门静脉双供血 4 例(17.39%); 结论 640 层容积 CT 4D-DSA 技术有助于全面评价肝动脉解剖变异及肝癌供血动脉类型。

【关键词】 体层摄影术, X 线计算机; 血管造影术, 数字减影; 肝肿瘤

Preliminary application of 640 slices volume CT 4D-DSA technique in evaluating the classification of anatomical variation of hepatic artery and arterial blood supply of liver cancer LI Bo, ZHANG Di, LI Yi-xuan, XIA Jun, XU Ying-hao, QIN Hai-yan. Department of Imaging, The Fourth Affiliated Hospital, Harbin Medical University, Harbin 150001, China

Corresponding author: QIN Hai-yan, Email: hljqhy@163.com

【Abstract】 Objective To explore the value of 640 slices volume CT 4D-DSA technique in evaluating the types of anatomical variations of hepatic arteries and the classification of arterial blood supply of hepatocellular carcinoma. **Methods** 4D-DSA hepatic angiography data of 31 patients with confirmed or suspected hepatocellular carcinoma underwent the 640-slices volume CT scanning were analysed. The anatomical variations of hepatic arteries and the supply artery of liver cancer were analyzed and classified, combining with the axial imaging. **Results** Except 2 patients the image quality does not meet the diagnostic requirements, 29 patients were enrolled. The anatomical variations of hepatic arteries includes Michels classification I type 21 patients(79.31%), IX type 6 patients(20.67%), and Michels classification no mentioned 2 patients(22.22%). Regular blood supply of hepatic cancer was seen in 18 patients(75%, including 3 patients with parasitic blood supply), and variant blood supply was observed in 5 patients(25%). Portal vein and hepatic artery blood supply were displayed in 4 hepatocellular carcinoma. **Conclusion** 640 slices volume CT 4D-DSA technique can obviously display anatomical variations of hepatic arteries and the classification of arterial blood supply of hepatocellular carcinoma.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Angiography, digital subtraction; Liver neoplasms

数字减影血管造影(DSA)及多层螺旋CT血管成像(MSCTA)、磁共振血管成像等在获得肝脏血管解剖及其各种病变血流动力学信息方面^[1-2],具有重要临床价值,但是或多或少存在着缺点,诸如血管显示单一、遗漏血管、图像覆盖范围窄,有错层伪影等。640层容积CT完Z轴覆盖范围大(16 cm),一圈扫描就能获得全器官动静脉血管及脏器、病变在不同时间点的血流动力学变化信息^[3]。本研究即利用 640 层容积CT

4D-DSA技术来初步观察肝动脉解剖、变异及肝癌供血动脉类型。

资料与方法

1. 临床资料:对 2012 年 1 月至 2013 年 5 月我院拟诊或确诊的 31 例肝癌患者进行 640 层容积 CT 4D-DSA 技术检查。其中男 16 例,女 15 例,年龄 40~72 岁,平均(58.5±5.9)岁。有肝炎史 22 例,AFP 明显高于正常值 9 例。

2. 检查方法:检查设备: Aquilion ONE 640 CT 机(TOSHIBA);双筒高压注射器 Nemoto(Japan)。

扫描参数:管电压 100 kV,管电流 100 mA,层厚 0.5 mm,层距 0.25 mm,球管旋转时间 0.5 s,曝光 1

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-0785.2013.24.041

作者单位:150001 哈尔滨医科大学附属第四医院影像科[李波(现工作于大庆市人民医院 CT 室)、张迪、李怡萱(在读研究生)、秦海燕];大庆市人民医院 CT 室(夏军);东芝医疗系统中国有限公司(许英浩)

通讯作者:秦海燕, Email: hljqhy@163.com

次。所有图像均为容积非螺旋扫描,肝顶部至双侧肾门平面16 cm扫描范围。注射对比剂后延迟10 s屏气下开始采集数据,曝光0.5 s/1次;12~30 s行动脉期扫描,间隔2 s,曝光10次;患者自由呼吸2 s后,37~53 s行门静脉期扫描,间隔4 s,曝光5次;16个容积数据,采集时间共53 s,在180 s行延迟期扫描,曝光0.5 s/1次,以完成肝脏增强检查。将非离子型对比剂碘海醇70 ml(350 mg I/ml,中国扬子江药业),以7 ml/s的流速经肘前静脉留置的18号套管针由双筒高压注射器注入,再以同等速率注射30 ml生理盐水。另外收集30例常规上腹部CT增强检查者(探测器覆盖范围80×0.625 mm,管电压120 kV,管电流使用自动mA调节技术)辐射剂量数据。扫描模式见图1。

数据处理:将容积数据传输至工作站,由两名影像科医师经协商评价图像质量。腹主动脉及其大分支评价标准如下:I级血管显影清晰;II级血管边缘略示模糊;III级血管边缘模糊;IV级血管错位伪影严重^[4]。对图像质量符合要求者将容积数据按照时间顺序重组进行呼吸运动位置校正,以减少呼吸运动伪影(以屏气下容积数据最大范围对齐标准)。然后将所有容积数据导入4D-DSA后处理软件,软件自动探测出动脉和门静脉最佳峰值后自动剪影去骨,生成动态4D血管图像。选择肝动脉、门静脉显示最佳的容积图像重建肝动脉图像,方法包括多平面重建(MPR)、最大密度投影(MIP)、容积再现(VR)等。肝动脉解剖变异分类依据Michels^[5]分类:肝癌动脉供血类型参照田建明和Ruzicka分类^[6-7]。有效辐射剂量计算公式:ED(effective dose,单位mSv)=DLP×0.014,0.014为腹部权重因子^[8]。

3. 统计学处理:计量数据以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示。采用SPSS 17.0软件。对4D-DSA序列与常规上腹部CT平扫+增强扫描序列(此对照组来源于正常患者30例),辐射剂量进行方差齐性检验,如果方差齐,采用两独立样本分析,方差不齐,则采用秩和检验, $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

本组受检者均无碘对比剂相关副反应发生。除2例因屏气不佳而致图像质量IV级排除本研究外,共有29例图像质量符合标准,均在III级以上,其中I级24例,II级3例,III级2例。影像表现如下:肝硬化、脾大25例(其中脾脏部分梗死的1例;合并腹水4例;合并肝癌18例);肝脏血管瘤1例;肝脏多发转移瘤2例;肝脏局灶型结节性增生1例。门静脉海绵样变性1例,门静脉系统栓塞6例,肝动脉-门静脉瘘3例。

1. 肝动脉解剖变异及肝癌供血动脉类型:29例受检者最佳动脉期成像时间主要分布16~18 s,均清晰显示肝动脉3级及3级以上分支。Michels I型21例(79.31%),Michels IX型6例(20.67%),见图2;Michels未描述分型2例(22.22%),即腹腔干未分出肝总动脉,肝左右动脉直接起源于腹腔干,与脾动脉形成三根分叉样分布。规则性供血肝癌18例(75%),其中3例存在寄生血管供血病变,包括起源于右肾动脉右侧膈下动脉1例;起源与肠系膜上动脉右膈下动脉1例,均参与肝左右叶肝癌供血,右膈下动脉起自腹主动脉左侧壁,绕过腹腔干前方供应右膈及与肝右动脉供血肝右膈顶巨块型肝癌1例。变异性供血肝癌5例(25%),见图3,表1。另外发现右侧膈下动脉起源于右肾动脉1例,胃十二指肠起源于肠系膜上动脉1例,不参与癌肿血液供应。右侧膈下动脉起源于腹腔干1例,参与肝右叶局灶性结节增生肿块供血。

表1 肝动脉解剖分类变异及肝癌供血动脉类型(n=29)

观察内容	例数	%
解剖变异分类		
腹腔干-肝总-肝左右动脉	21	79.31
腹腔干-肝左右动脉-脾动脉(三根分叉)	2	6.89
肠系膜上动脉-肝总	6	20.68
供血动脉类型		
规则性	18	75
变异性	5	25

注:规则性肝动脉供血中包括3例寄生性(12.5%)动脉供血

2. 动门静脉双重供血:本组受检者门静脉最佳成像时间点主要分布于16~53 s。18例肝癌中,动门静脉双重供血4例,其中2例肿块<5 cm,在门静脉期强化方式为填充式强化,另外2例肿块大于5 cm,门静脉期CT值高于肿块周围的肝实质,并且肿块强化为不均匀强化,见图4。

3. 辐射剂量:4D-DSA序列辐射剂量每例均为702.8 mGy·cm(DLP)(从辐射剂量表记录),常规上腹部平扫+增强扫描序列(4组容积数据/每例)辐射剂量为1544.32 mGy·cm(DLP)。有效剂量ED分别为10.54 mSv、23.16 mSv,差异具有统计学意义($P < 0.05$),见表2。

表2 4D-DSA技术辐射剂量与常规上腹部CT平扫+增强扫描序列比较

扫描方式	DLP(mGy·cm)	ED(mSv)	Z值	P值
4D-DSA技术	702.8	10.54	-7.112	0.0000
常规平扫+增强	1544.32	23.16		

注:经方差齐性检验,方差不齐($F=101.501, P=0.0000$),故采用秩和检验, $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义

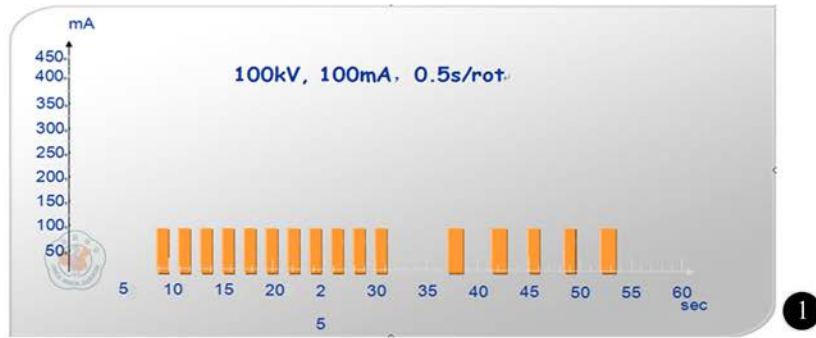


图1 640层容积CT4D-DSA技术扫描模式图

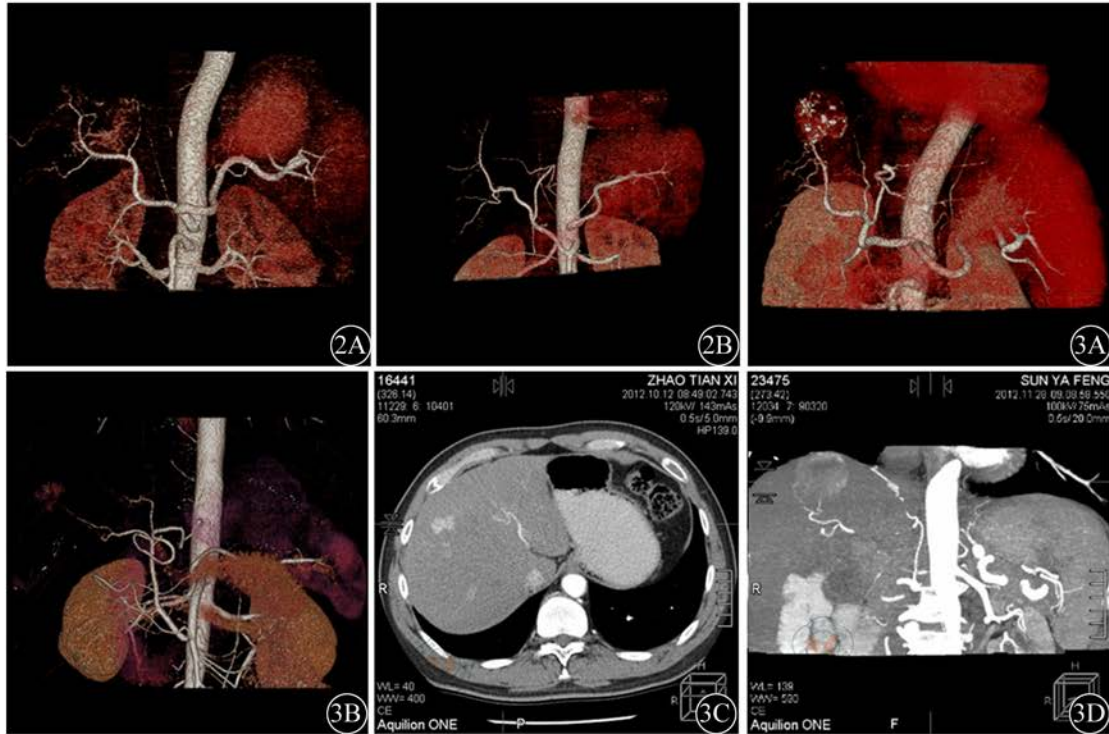


图2 肝动脉解剖及变异分类。2A: Michels I型(教科书型), 腹腔干-肝总动脉-肝左右动脉; 2B: Michels IX型(解剖变异), 肝动脉起源于肠系膜上动脉后分支肝左右动脉 图3 肝癌供血动脉分类。3A: 肝癌规则性供血, 肝右叶肝癌(介入治疗栓塞后)由起源于腹腔干的肝动脉供血; 3B、3C: 变异性, 肝右叶结节型肝癌由肠系膜上动脉起源肝右动脉分支供血; 3D: 寄生动脉供血肝右叶结节型肝癌除肝右动脉供血外, 同时见起源于右肾动脉的右膈下动脉供血



图4 肝右叶肝癌动静脉双重供血。4A: 动脉期, 癌灶呈现轻度强化; 4B: 门静脉期; 4C: 癌灶强化范围及程度明显增加; 延迟期, 癌灶呈现低密度, 边界清晰

讨 论

1. 肝动脉解剖变异分类: 肝动脉是供应肝脏自身代谢需要的营养性血管, 供血量为全肝供血量的20%~25%, 供氧量占50%, 亦是肝癌的主要供血血管。Michels^[5]根据200例尸检结果将肝动脉解剖及其变异分为I~X型, 后有学者补充变异如下: 腹腔干缺如, 胃左动脉、脾动脉、肝动脉各自单独发自腹主动脉; 腹腔干和肠系膜上动脉之间有胰背动脉形成短路交通; 有两条肝动脉、脾动脉或胃左动脉, 即重复畸形^[9]。本组29例中, Michels I型21例(79.31%), Michels IX型6例(20.67%); Michels分型未见描述2例, 即腹腔干无肝总动脉发出, 肝左右动脉、脾动脉直接自腹腔干发出呈三根分叉现象(图2)。

2. 肝癌供血动脉来源及其临床意义: 肝癌血供主要来自肝动脉及一些寄生动脉血供^[10], 门静脉供血及肝动脉门静脉双重供血等, 准确评估和形态学再现肝癌供血血管对治疗预后非常重要。约有55%的人群肝动脉是由腹腔干发出肝总动脉, 再分支左右肝动脉、段及亚段肝动脉^[11], 其他则为走行和起源相比较复杂的变异肝动脉^[12]。国内外学者根据靶动脉起源部位和正常状态下功能分布将肝癌供血动脉分为规则性、变异性和寄生性动脉供血3类, 分别指供养肝癌的肝动脉起源于腹腔-肝总动脉干; 供养肝癌的肝动脉为起源变异的肝动脉, 即非腹腔-肝总动脉; 供养肝癌的动脉除肝动脉以外, 邻近肝脏其他器官或组织的滋养动脉直接参与肝癌供血^[6-7]。据此本研究中规则性肝动脉供血18例(75%), 包括寄生性动脉供血3例(12.5%); 变异性肝动脉5例(25%), 肝动脉均起源于肠系膜上动脉。本组3例寄生血管均来自右侧膈下动脉, 其起源分别为主动脉、腹腔干、右肾动脉各有1例, 均以就近原则为肝癌供血, 术前明确肝癌变异性及寄生性供血的存在有助于介入术中寻找全部供血动脉, 提高疗效, 改善预后, 尤其是对寄生血管的明确。

3. 肝癌门静脉供血及双重血供临床意义: 门静脉是肝脏功能性血管, 占正常肝脏全部血供的75%~80%, 与肝动脉末梢分支间存在着广泛的吻合支。鼠肝癌动物模型研究证实: 门静脉在肝癌周边部位参与供血, 并以细小分支向中心延伸, 在>5 cm的肿瘤中。肝动脉与门静脉交织在一起形成血管湖, 而<5 cm的肿瘤供血部分或完全来自门静脉形成肝动脉门静脉的双重血供^[13]。本组受检者4例肝癌存在动门静脉双重供血, 其中2例肿块<5 cm, 以填充式强化在门静脉期明显强化(图4)。另外2例肿块>5 cm, 门静脉期CT值高于肿块周围肝实质, 强化不均匀。

肝癌经常存在肝动静脉瘘, 介入治疗时亦形成肺动脉栓塞、肺梗死。存在门静脉癌栓时亦出现肝动脉门静脉瘘或门静脉海绵样变性。本研究显示门静脉最佳成像时间点主要分布于16~53 s, 可多点动态观察, 避免了以往门静脉成像必须固定时间点重复扫描、对比剂浓度、总量及注射速率等应诸多影响因素致成像效果仍然不理想^[14], 4D-DSA技术有利于清楚显示血流由动脉至静脉的全过程^[15], 为明确动静脉瘘范围, 静脉栓子位置、程度及门静脉周围侧支形成状态提供客观依据。

4. 640层容积CT 4D-DSA技术优势: 由于个体心功能存在较大差异, 常规螺旋CT增强扫描, 除动脉期采用surestart技术监测腹主动脉触发扫描以外, 其他各期均由操作人员凭经验值确定扫描时间点^[15], 或各期均采用经验值扫描, 不利于捕捉各期成像最佳时间点, 同时在显示细小血管和辐射剂量方面还存在着诸多缺点^[16]。640层容积CT探测器覆盖范围16 cm, 旋转一周能覆盖全器官, 多期动态扫描能获得包括时间参数的纯动脉、静脉血管及实质图像即4D图像, 避免了血管间的干扰, 真实再现了血管解剖、走行及形态学变化和病变血供^[17-18]。所获得图像类似DSA血管造影, 但是可以对器官全部血管及病变多角度、多方位、任意层面观察, 无需专门对动脉期及静脉期达峰时间、延迟时间进行计算^[19], 可以在肝脏一次检查中同时显示肝动、静脉血管, 建立器官、病变随时间变化的血流动力学全貌, 清晰显示门静脉有无癌栓、闭塞及侧支循环形成(海绵样变性)。尽管是动态多时间点连续曝光, 但是由于Z轴覆盖范围大(16 cm), 管电流及管电压设置较低(100 kV, 100 mA), 球管曝光时间短(0.5 s/周), 每例辐射有效剂量(10.54 mSv)仍明显低于常规上腹部平扫+增强扫描序列(23.16 mSv/例)($P<0.05$)。

本研究检查的局限性: (1) 本研究所纳入样本量小, 故观察到肝动脉变异类型较少; (2) 部分患者肝脏较大, 16 cm的探测器覆盖范围不足以全部包括, 血管显示范围较窄, 如肠系膜上静脉足侧部分, 不能显示; (3) 仅观察了肿块有无动脉双重供血, 未做门静脉、肝静脉解剖变异分类观察。

总之, 640层容积CT4D-DSA技术能够对肝动脉解剖、变异及肝癌供血动脉分类进行较全面评价, 有助于术前治疗计划设定及预后判定。

参 考 文 献

- [1] Bitschnau S, Oberholzer K, Kreitner KF, et al. CT-angiography with the 16 row CT scanner for perioperative evaluation of the hepatic arteries.

- Rofo, 2004, 176: 1634-1640.
- [2] 唐敏, 杨尚文, 马一鸣, 等. 64排螺旋CT扫描数据基础上的门静脉和肝静脉三维解读及其解剖变异分析. 中国临床医学影像杂志, 2013, 24: 338-356.
- [3] Hanson EH, Roach CJ, Ringdahl EN, et al. Developmental venous anomalies: appearance on whole-brain CT digital subtraction angiography and CT perfusion. *Neuroradiology*, 2011, 53: 331-341.
- [4] Namimoto T, Oda S, Utsunomiya D, et al. Improvement of image quality at low-radiation dose and low-contrast material dose abdominal CT in patients with cirrhosis: intraindividual comparison of low tube voltage with iterative reconstruction algorithm and standard tube voltage. *J Comput Assist Tomogr*, 2012, 36: 495-501.
- [5] Michels NA. Blood supply and anatomy of the upper abdominal organs with a descriptive atlas. Philadelphia, Pa: Lippincott, 1955.
- [6] 田建明, 王飞, 叶华, 等. 肝癌的动脉供血分类研究: 规则性、变异性 和寄生性供血. 临床放射学杂志, 1997, 16: 40-43.
- [7] Ruzicka FF Jr, Rossi P, Abrams RE, et al. Anomalous and parasitic arterial blood supply in the abdomen. *Radiology*, 1970, 96: 261-268.
- [8] European Study Group of Radiologists and physicists. European guide lines on quality criteria for computed tomography. [2009-09-12]
- [9] 孙伟, 李忱瑞, 周纯武, 等. 经肝动脉介入治疗在预防原发性肝细胞 癌术后复发中的应用价值. 中国介入影像与治疗学, 2012, 9: 399-402.
- [10] Saba L, Mallarini G. Multidetector row CT angiography in the evaluation of the hepatic artery and its anatomical variants. *Clin Radiol*, 2008, 63: 312-321.
- [11] Baum S. Hepatic arteriography//Abrams HL, ed. *Abrams angiography: vascular and interventional radiology*. Boston, Mass: Little, Brown, 1983: 1479-1503.
- [12] Green D, Parker D. CTA and MRA: visualization without catheterization. *Semin Ultrasound CT MR*, 2003, 24: 185-191.
- [13] Dong YH, Lin G. Experimental studies of portal venous embolization with iodized oil in rats with experimentally induced liver cancer. *J Vasc Interv Radiol*, 1993, 4: 621-624.
- [14] Johnson PT, Fishman EK. IV contrast selection for MDCT: current thoughts and practice. *AJR*, 2006, 186: 406-415.
- [15] 杜飞舟, 顾明, 关静, 等. 320排容积CT上腹部一站式检查初步探讨. 临床放射学杂志, 2011, 30: 1026-1210.
- [16] 何二霞, 聂忠仕, 朱明月, 等. AFP含量和寄生血管对中晚期肝癌患者 TACE治疗的影响. 世界华人消化杂志, 2013, 21: 1931-1938.
- [17] Hanson EH, Roach CJ, Ringdahl EN, et al. Developmental venous anomalies: appearance on whole brain CT digital subtraction angiography and CT perfusion. *Neuroradiology*, 2011, 53: 331-341.
- [18] Salomon EJ, Barfett J, Willems PWA, et al. Dynamic CT angiography and CT perfusion employing a 320-detector row CT: protocol and current clinical applications. *Clinical Neuroradiology*, 2009, 19: 187-196.
- [19] Willems PW, Taeshineetanakul P, Schenk B, et al. The use of 4D-CTA in the diagnostic work-up of brain arteriovenous malformations. *Neuroradiology*, 2012, 54: 123-131.

(收稿日期: 2013-10-29)

(本文编辑: 吴莹)

李波, 张迪, 李怡莹, 等. 640层容积CT 4D-DSA技术评价肝动脉解剖变异及肝癌供血血管类型的初步应用[J/CD]. 中华临床医师杂志: 电子版, 2013, 7(24): 11267-11271.

CHINESE MEDICAL ASSOCIATION
1915
中华医学会