

• 腹部影像学 •

五期增强 CT 扫描评估正常肝实质及肝硬化患者肝脏灌注特性的可行性研究

李清, 谢双双, 侯文静, 石祥, 程悦, 沈文

【摘要】 目的:探究五期增强 CT 扫描灌注参数评估正常肝实质及肝硬化者肝脏灌注特性的可行性及准确性。**方法:**正常或肝单发血管瘤(直径 <2 cm)者 16 例及肝硬化患者 10 例纳入本研究,均行腹部 CT 平扫及五期增强检查,包括动脉早期、动脉期、门脉期流入期、门脉期及延迟期。另外回顾性收集 12 例正常或肝单发血管瘤(直径 <2 cm)者的肝脏灌注数据纳入本研究。经后处理获取肝脏灌注参数,包括肝动脉灌注量(HAP)、门静脉灌注量(PVP)、肝动脉灌注指数(HPI)、血流量(BF)和血容量(BV)。由 2 位观察者分别测量五期增强 CT 及常规 CT 灌注后处理获取的各肝脏灌注参数。记录以上各扫描方式的容积 CT 剂量指数(CTDIvol)值。采用组内相关系数(ICC)评估 2 位观察者测量结果的一致性,比较正常肝实质五期增强 CT 与常规 CT 灌注、正常肝实质与肝硬化患者五期增强 CT 所得各灌注参数的差异,并比较五期增强 CT 扫描与常规 CT 灌注扫描的 CTDIvol 值差异。**结果:**2 位观察者测量各灌注参数结果的一致性均良好(ICC 值为 0.818~0.996)。正常肝实质五期增强 CT 与常规 CT 灌注得到的 HPI、HAP、PVP、BF 值差异均无统计学意义(P 值分别为 0.475、0.219、0.073、0.108),而两者 BV 差异有统计学意义($P<0.001$)。五期增强 CT 扫描得到的参数中,肝硬化组 HPI、HAP 较正常肝实质组升高,PVP 较正常肝实质组减低,且差异均有统计学意义(P 值分别为 <0.001 、0.042、0.002);而两组间 BV、BF 值差异均无统计学意义(P 值分别为 0.488、0.093)。平扫加五期增强 CT 扫描的 CTDIvol 为 (53.78 ± 13.67) mGy,常规 CT 灌注扫描的 CTDIvol 为 45.45 mGy,两者差异有统计学意义($P=0.005$);单期增强 CT 扫描的 CTDIvol 为 (8.96 ± 2.28) mGy,为常规 CT 灌注扫描的 19.7%。**结论:**五期增强 CT 对正常肝实质灌注评估结果与常规灌注 CT 具有较好的一致性,有望应用于肝硬化患者肝脏灌注改变的评估。

【关键词】 体层摄影术,X 线计算机;灌注成像;五期增强 CT;肝疾病;肝硬化

【中图分类号】 R575.2; R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2018)01-0040-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2018.01.008

Feasibility of five-phase-contrast-enhanced CT scanning in the evaluation of normal hepatic and cirrhotic perfusion characteristics LI Qing, XIE Shuang-shuang, HOU Wen-jing, et al. Department of Radiology, Tianjin First Center Hospital, Tianjin 300192, China

【Abstract】 Objective: To investigate the feasibility and the accuracy of five-phase-contrast-enhanced CT scanning in the evaluation of perfusion characteristics in normal hepatic and cirrhotic parenchyma. **Methods:** 16 subjects with normal liver or with solitary hepatic hemangioma ($d<2$ cm) and 10 patients with hepatic cirrhosis were recruited in this study. All of them undertook abdominal unenhanced and five-phase-contrast-enhanced CT scanning, including early arterial, arterial, early portal venous, portal venous and delayed phases. The hepatic perfusion CT data of another 12 subjects with normal liver or solitary hepatic hemangioma ($d<2$ cm) were recruited retrospectively for analysis. All of these hepatic perfusion parameters in 5 phase-contrast-enhanced CT were measured by 2 observers independently. The perfusion parameters, including hepatic arterial perfusion (HAP), portal vein perfusion (PVP), hepatic perfusion index (HPI), blood flow (BF) and blood volume (B) were also recor-

作者单位:300192 天津,天津医科大学一中心临床学院(李清);300192 天津,天津市第一中心医院放射科(谢双双、侯文静、石祥、程悦、沈文)

作者简介:李清(1990—),女,河北省邢台人,硕士,主要从事腹部影像诊断工作。

通讯作者:沈文, E-mail: shenwen66happy@163.com

基金项目:国家自然科学基金(81671657);天津市卫生计生委科技基金(15KG133)

ded). The intraclass correlation coefficient (ICC) was used to assess interobserver agreement for hepatic perfusion parameters measurement. Student *t*-test was used to compare these hepatic perfusion parameters of normal hepatic parenchyma from above two methods and those of normal hepatic parenchyma and cirrhosis from five-phase-contrast-enhanced CT, as well as to compare CTDI of five-phase-contrast-enhanced CT and routine perfusion CT scan. **Results:** The consensus of interobserver measurement of these perfusion parameters was in good agreement (ICC: 0.818~0.996). No significant difference was existed in HPI, HAP, PVP and BF of normal hepatic parenchyma obtained from five-phase-contrast-enhanced CT and conventional perfusion CT ($P=0.475, 0.219, 0.073, 0.108$ respectively), but BV obtained from the two methods was significantly different ($P<0.001$). In five-phase-contrast-enhanced CT scan, HPI, HAP obtained from cirrhosis were higher than those obtained from normal hepatic parenchyma, but PVP was lower than that from normal hepatic parenchyma, with significant differences ($P<0.001, 0.042, 0.002$ respectively). BV and BF obtained from the two groups were not significantly different ($P=0.488, 0.093$ respectively). CTDI_{vol} of unenhanced and five-phase-contrast-enhanced CT and routine perfusion CT were (53.78 ± 13.67) mGy, 45.45 mGy respectively, with significant difference ($P=0.005$). CTDI_{vol} of one-phase enhanced CT was (8.96 ± 2.28) mGy, accounting for 19.7% of that of conventional perfusion CT. **Conclusion:** Perfusion characteristics obtained from five-phase-contrast-enhanced CT is in accordance with that from conventional perfusion CT scanning, and five-phase-contrast-enhanced CT scan is potential to evaluate hepatic perfusion change of cirrhosis.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Perfusion Imaging; Five-phase enhanced CT; Liver diseases; Liver cirrhosis

国内外相关研究显示肝脏 CT 灌注成像在评价肝脏血流灌注方面具有独特的优势, 可用于肝脏弥漫性病变^[1-3]与占位性病变^[4-6]的诊断与鉴别诊断、肝脏储备功能评价^[7]、肝脏介入治疗^[8,9]、肝移植监测^[10]等方面。然而, 肝脏 CT 灌注成像扫描次数多, 导致辐射剂量较大, 限制了其在临床中的广泛应用。肝脏多期增强 CT 扫描在特定时间点进行有限次数扫描、成像迅速、受检者辐射剂量相对较低, 在临床中广泛应用于肝内病变的定性及定量诊断。目前临床中常用的包括腹部三期增强和四期增强扫描, 设想如果在现有的多期增强 CT 的基础上增加有限的扫描次数, 在获取常规多期增强 CT 信息的同时还能获取灌注信息, 则可明显降低受检者的辐射剂量, 增加扫描的便捷性, 从而有利于肝脏灌注扫描在临床中的广泛使用。基于以上考虑, 本研究在常规四期增强的基础上加入动脉早期, 旨在探讨五期增强 CT 用于正常及肝硬化患者肝脏灌注特异性评估的可行性及准确性。

材料与方法

1. 研究对象

选取本院 2015 年 11 月至 2016 年 4 月临床疑诊腹部疾病且既往无肝病史者 40 例纳入本研究, 纳入标准: ①无碘过敏者; ②无肝脾手术史者。所有患者均行腹部 CT 平扫及 5 期增强检查, 包括动脉早期、动脉

期、门脉流入期、门脉期及延迟期。经影像检查、实验室检查及随访证实, 肝多发血管瘤者 4 例, 肝单发血管瘤(直径为 4 cm)者 1 例, 肝多发囊肿者 5 例, 肝癌 2 例, 肝胆管细胞癌 1 例, 剔除以上共 14 例患者, 余 26 例纳入本研究。纳入本研究的 26 例患者中, 男 14 例, 女 12 例, 年龄 23~76 岁, 平均(51.7 ± 13.4)岁, 平均身体质量指数(body mass index, BMI)为(24.45 ± 3.50) kg/m², 其中正常或肝单发血管瘤(直径<2 cm)患者 16 例[男 8 例, 女 8 例, 年龄 26~67 岁, 平均(46.1 ± 12.8)岁], 肝硬化患者 10 例[男 6 例, 女 4 例, 年龄 39~76 岁, 平均(57.7 ± 11.0)岁]。另外回顾性收集我院既往可疑肝脏病变行常规灌注 CT 扫描, 结果显示正常或肝单发血管瘤(直径<2 cm)且既往无肝病史者 12 例[男 8 例, 女 4 例, 年龄 23~69 岁, 平均(44.8 ± 13.6)岁, 平均 BMI 为(22.51 ± 2.73) kg/m²]纳入本研究。本研究经医院伦理委员会批准, 所有受试者检查前均签署知情同意书。

2. 检查方法

采用 GE Revolution CT 256 排容积扫描仪行 CT 扫描。受检者检查前禁食 6~8 h, 并于检查前 30 min 口服 750 mL 水以充盈消化道, 扫描前在受检者肘前静脉埋置 18G 套管针。受检者取仰卧位、脚先进的扫描体位。所有受检者均以高压注射器经肘前静脉注入对比剂欧乃派克(碘海醇注射液, 350 mg I/mL)

70 mL, 注射流率 5 mL/s, 之后以相同流率追加注射 20 mL 生理盐水。

平扫及五期增强 CT 扫描参数: 管电压 120 kV, 有效管电流采用自动毫安, 转速 0.5 s/r, 准直 256×0.625 mm, 扫描层厚 5 mm, 层距 5 mm, 图像矩阵 512×512 , 重建层厚 1.25 mm, 重建间隔 1.25 mm; 扫描范围自膈顶至髂前上棘; 受检者均先行平扫。采用超小剂量对比剂团注测定技术 (Test Bolus) 触发扫描, 选取双肾以上水平腹主动脉为监测点, 获取时间-密度曲线 (time-dense curve, TDC), 取达到动脉峰值前 6 s 为动脉早期, 动脉峰值点为动脉期, 15 s 后为门脉流入期, 35 s 后为门脉期, 延迟 200 s 后为延迟期。

肝脏常规 CT 灌注扫描参数: 管电压 100 kV, 有效管电流 100 mA, 转速 0.5 s/r, 准直 256×0.625 mm, 扫描层厚 5 mm, 层距 5 mm, 图像矩阵 512×512 。扫描时采用腹带固定并嘱咐受检者扫描过程中尽量保持平静呼吸以减少呼吸运动伪影。扫描起始于膈顶, 扫描范围为 16 cm。注射对比剂 5 s 后开始连续增强扫描, 每次扫描时间为 0.5 s, 扫描间隔 1.5 s, 共扫描 24 次, 重建得到 768 层 5 mm 图像。

3. 图像处理及数据分析

将平扫及五期增强 CT 图像传输至 CT Kinetics (GE Medical System) 后处理工作站及 LIVER MAX 软件进行后处理, 得到肝脏灌注参数伪彩图, 包括肝动脉灌注量 (hepatic arterial perfusion, HAP)、门静脉灌注量 (portal vein perfusion, PVP)、肝动脉灌注指数 (hepatic perfusion index, HPI)、血流量 (blood flow, BF)、血容量 (blood value, BV)。将常规 CT 灌注数据传输至 Advantage Windows 4.2 (GE Medical System) 后处理工作站及 liver perfusion 软件进行后处理得到肝脏灌注参数 BV、BF、HAF 的伪彩图, 并根据公式 $HAP = BF \times HAF$, $PVP = BF \times (1 - HAF)$ 计算 HAP、PVP。由 2 位具有 5 年以上工作经验的影像医师独立测量各灌注参数值, 测量方法如下: 选取第一肝门层面, 分别在肝左外叶、左内叶、右前叶、右后叶肝实质上各画取一个大小相近的兴趣区 (region of interest, ROI), 所画 ROI 避开血管、胆管及肝内病变区 (距离病变边缘 ≥ 2 cm)^[11], 取 2 位观察者测量结果的平均值进行统计学分析。考虑到常规灌注 CT 与五期增强 CT 扫描范围不一致, 采用容积 CT 剂量指数 (volume CT dose index, CTDIvol, mGy) 记录辐射剂量, 该数值在扫描后 CT 机上自动显示。

4. 统计学分析

采用 SPSS 19.0 软件进行统计学分析, 计量资料均以均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示。采用组内相关系数 (intraclass correlation coefficient, ICC) 评估 2 位观察

者测量的一致性, $ICC < 0.4$ 代表一致性较差, $0.4 \leq ICC \leq 0.75$ 代表一致性中等, $ICC > 0.75$ 代表一致性良好。采用独立样本 t 检验分别比较正常肝实质五期增强 CT 与常规 CT 灌注、正常肝实质五期增强 CT 与肝硬化患者五期增强 CT 所得各灌注参数的差异; 同样采用独立样本 t 检验比较五期增强 CT 扫描与常规 CT 灌注扫描的 CTDIvol 值差异。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 测量结果一致性

两位观察者对五期增强 CT 及常规灌注 CT 获取的各参数测量结果的一致性均良好, ICC 值在 0.818~0.996 之间 (表 1、2)。

2. 正常肝实质五期增强 CT 与常规 CT 灌注、正常肝实质五期增强 CT 与肝硬化患者五期增强 CT 所得各灌注参数值的比较

五期增强 CT 及常规 CT 灌注后处理得到的灌注伪彩图见图 1、2。正常肝实质五期增强 CT 与常规 CT 灌注得到的 HPI、HAP、PVP 及 BF 差异均无统计学意义 (P 值分别为 0.475、0.219、0.073、0.108, 表 3), 而两组间 BV 差异有统计学意义 ($P < 0.001$)。五期增强 CT 扫描得到的参数中, 肝硬化组 HPI、HAP 较正常肝实质组升高, PVP 较正常肝实质组降低, 且差异均有统计学意义 (P 值分别为 < 0.001 、0.042、0.002); 而两组间 BV、BF 值差异无统计意义 (P 值分别为 0.488、0.093, 表 4)。

3. 五期增强 CT 扫描与常规 CT 灌注扫描的 CTDIvol 值比较

平扫加五期增强 CT 扫描的 CTDIvol 为 (53.78 ± 13.67) mGy, 常规 CT 灌注扫描的 CTDIvol 为 45.45 mGy, 两者差异有统计学意义 ($t = 3.109$, $P = 0.005$); 单期增强 CT 扫描的 CTDIvol 为 (8.96 ± 2.28) mGy, 为常规 CT 灌注扫描的 19.7% ($8.96/45.45$)。

表 1 两位观察者测量常规 CT 灌注参数的一致性分析

参数	测量值 A	测量者 B	ICC 值
HPI (%)	21.94 ± 2.8869	22.23 ± 4.01	0.938
HAP [mL/(min · mL)]	0.33 ± 0.21	0.32 ± 0.21	0.996
PVP [mL/(min · mL)]	1.09 ± 0.50	1.05 ± 0.46	0.974
BV (mL/100g)	13.87 ± 3.21	13.69 ± 2.24	0.927
BF [mL/(min · 100g)]	142.16 ± 70.65	137.76 ± 66.11	0.984

表 2 两位观察者测量五期增强 CT 灌注参数的一致性分析

参数	测量者 A	测量者 B	ICC 值
HPI (%)	30.23 ± 13.92	30.79 ± 12.89	0.974
HAP [mL/(min · mL)]	0.29 ± 0.14	0.29 ± 0.13	0.942
PVP [mL/(min · mL)]	0.69 ± 0.23	0.69 ± 0.23	0.976
BV (mL/100g)	9.81 ± 2.34	9.96 ± 2.49	0.818
BF [mL/(min · 100g)]	93.14 ± 19.92	94.84 ± 22.90	0.904

表 3 正常肝实质五期增强 CT 与常规 CT 灌注参数值比较

参数	五期增强 CT	常规 CT 灌注	t 值	P 值
HPI (%)	23.82±8.73	22.08±3.39	0.728	0.475
HAP[ml/(min·mL)]	0.24±0.09	0.33±0.21	-1.289	0.219
PVP[ml/(min·mL)]	0.79±0.20	1.07±0.48	-1.938	0.073
BV(mL/100g)	9.62±2.02	13.78±2.67	-4.704	0.000*
BF[ml/(min·100g)]	104.86±20.92	139.96±67.87	-1.731	0.108

注：* P<0.05 为差异有统计学意义。

表 4 正常肝实质组与肝硬化组五期增强 CT 灌注参数值比较

参数	正常肝实质组	肝硬化组	t 值	P 值
HPI (%)	23.82±8.73	41.21±12.40	-4.204	0.000*
HAP[ml/(min·mL)]	0.24±0.09	0.37±0.16	-2.268	0.042*
PVP[ml/(min·mL)]	0.79±0.20	0.52±0.16	3.538	0.002*
BV(mL/100g)	9.62±2.02	9.05±1.95	0.704	0.488
BF[ml/(min·100g)]	104.86±20.92	89.19±24.18	1.751	0.093

注：* P<0.05 为差异有统计学意义。

讨 论

肝脏 CT 灌注是指在静脉注射对比剂后对选定层面进行同层动态扫描,依据组织的 TDC 后处理得到组织灌注参数及灌注参数伪彩图来反映组织的血流变化,从而可以提供组织的病理生理信息,有利于肝脏恶性肿瘤的鉴别、肝硬化的评估、肝癌介入治疗术后评估、肝移植供体及受体肝脏术后评估等。肝脏灌注数学模型分为最大斜率法和去卷积法,本研究中五期增强 CT 扫描后处理采用的 CT Kinetics 软件基于最大斜率法灌注数学模型,考虑到本模型是以脾 TDC 峰值时间将肝灌注分为肝动脉期和门脉期^[12,13],而临床中四期增强 CT 的门脉流入期与脾强化峰值时间点接近,且本研究中回顾性分析常规 CT 灌注扫描 12 例正

常肝脏或单发血管瘤者的 CT 灌注原始数据显示门脉流入期与脾峰值期时间间隔仅为 4~6 s,因此本研究以门脉流入期代替脾峰值期。为了增加数据的准确性,本研究还加入了动脉早期,即采用动脉早期、动脉峰值期、门脉流入期、门脉期和延迟期图像联合平扫图像来获取各肝脏灌注参数图,结果显示正常肝脏五期增强 CT 与常规 CT 灌注得到的 HPI、HAP、PVP、BF 值差异均无统计学意义,其中 HPI、HAP 及 PVP 变化与 Lee 等^[14]的研究结果一致;而两者 BV 值差异有统计学意义。这提示五期增强 CT 获取的灌注参数中 HPI、HAP、PVP、BF 较准确,而这 4 个灌注参数在肝硬化^[15]、肝癌^[16]、肝转移瘤^[17]、肝移植供体术后^[18]及肝癌治疗术后^[19]等的应用中具有重要意义,说明五期增强 CT 有望应用于这些领域,为临床提供灌注相关信息。

此外,为了进一步验证五期增强 CT 获取的灌注参数评估肝脏病变的价值,本研究还纳入了肝硬化患者,同样采集五期增强 CT 数据,并与正常肝实质组进行比较,结果显示肝硬化患者的 HPI、HAP 较正常肝实质增高,PVP 较正常肝实质减低,且差异有统计学意义,这与龙莉玲等^[20]采用常规灌注扫描得到的研究结果一致,且 HPI 变化亦与 Van 等^[15]的研究结果一致,说明五期增强 CT 获取的灌注参数 HPI、HAP、PVP 能反映肝硬化的血流灌注特点。然而,五期增强 CT 获取肝硬化患者的 BV、BF 较正常人降低,其中 BF 的变化趋势与 Hashimoto 等^[21]的研究结果一致,

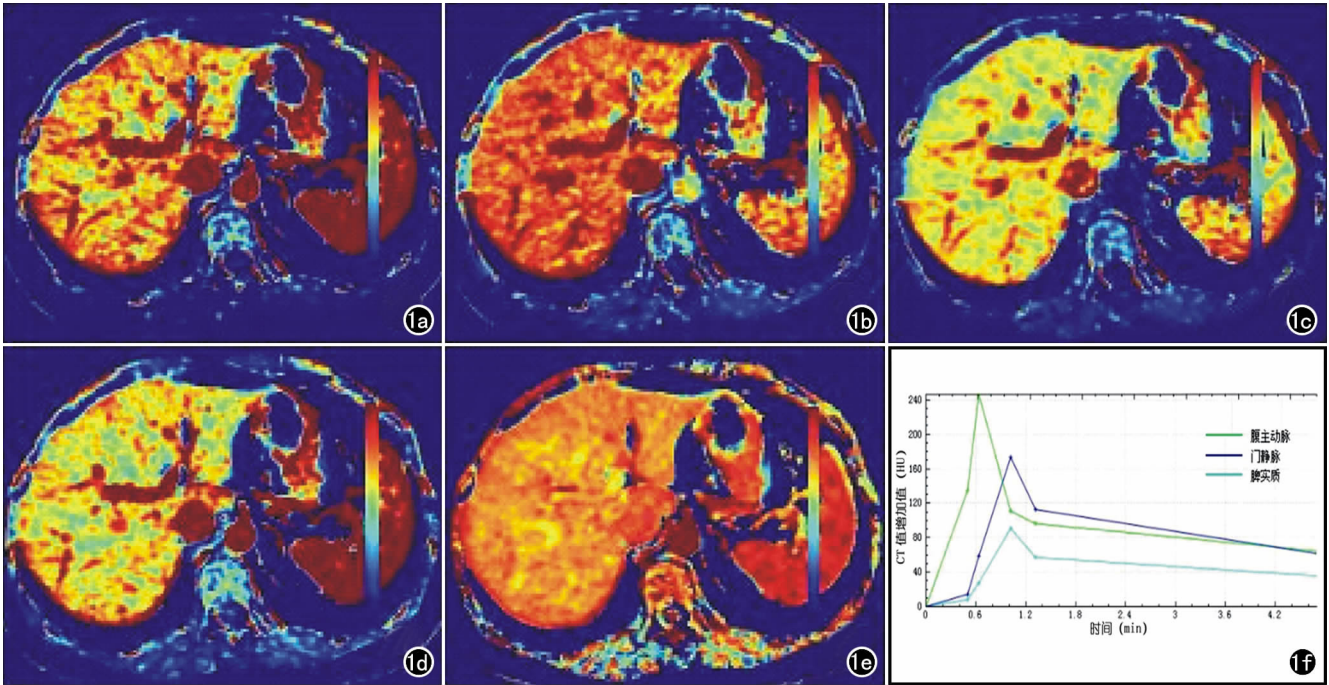


图 1 正常肝实质 CT 平扫加五期增强扫描得到的灌注参数伪彩图及 TDC 图。a) BV 图;b) BF 图;c) HAP 图;d) PVP 图;e) HPI 图;f) TDC 图。

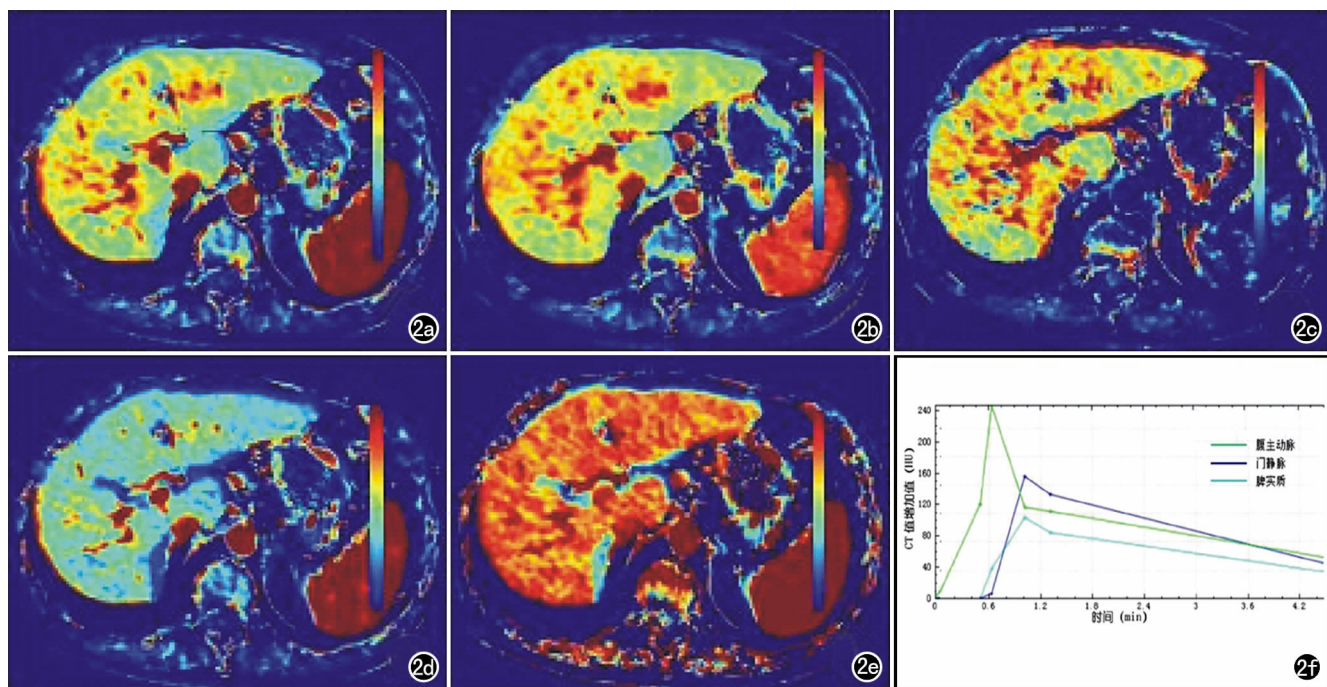


图2 肝硬化患者CT平扫加五期增强扫描得到的灌注伪彩图及TDC图。a) BV图; b) BF图; c) HAP图; d) PVP图; e) HPI图; f) TDC图。

但差异无统计学意义,因此BV、BF的准确性有待进一步研究。

本研究对五期增强扫描和常规灌注扫描的辐射剂量进行了比较,结果显示五期增强扫描采用标准腹部扫描条件(管电压120 kV,管电流自动毫安),单期扫描的CTDI为 (8.96 ± 2.28) mGy;灌注扫描采用固定管电压和管电流(管电压100 kV,管电流100 mA),CTDI为45.45 mGy,前者仅为后者的19.7%。说明五期增强CT在常规三期或四期增强CT的基础上增加有限的辐射剂量,能同时获得满足临床诊断要求的高质量CT图像和肝脏灌注信息,为肝脏灌注技术的广泛应用提供了新的依据。

本研究尚存在一些局限性,首先样本量小,可能导致结果产生一定的偏移;其次,正常肝实质组并未同时进行五期增强CT和常规灌注扫描,可能会存在人群偏倚。在今后的研究中,笔者会扩大样本量,力争在同一人群内进行准确性验证,并纳入更多疾病进行研究。

综上所述,五期增强CT对正常肝脏灌注的评估结果与常规灌注一致,且可用于肝硬化患者肝脏灌注改变的评估。

参考文献:

- [1] Chen ML, QY Zeng, JW Huo, et al. Assessment of the hepatic microvascular changes in liver cirrhosis by perfusion computed tomography[J]. World J Gastroenterol, 2009, 15(28): 3532-3537.
- [2] Guan S, Zhao WD, Zhou KR, et al. CT perfusion at early stage of hepatic diffuse disease[J]. World J Gastroenterol, 2005, 11(22): 3465-3467.

- [3] 马强,高永华,左兆勇,等.肝纤维化CT灌注成像与实验室指标及穿刺病理的随访研究[J].放射学实践,2007,22(11):1202-1204.
- [4] Ippolito D, Capraro C, Casiraghi A, et al. Quantitative assessment of tumour associated neovascularisation in patients with liver cirrhosis and hepatocellular carcinoma: role of dynamic-CT perfusion imaging[J]. Eur Radiol, 2012, 22(4): 803-811.
- [5] Yang HF, Du Y, Ni JX, et al. Perfusion computed tomography evaluation of angiogenesis in liver cancer[J]. Eur Radiol, 2010, 20(6): 1424-1430.
- [6] 王爽,赵心明,林蒙,等.肝脏CT灌注成像在肝癌早期诊断中的价值[J].放射学实践,2008,23(3):280-284.
- [7] 王彩红,苏丹柯,刘剑仑,等.多层螺旋CT灌注对肝癌病人肝硬化分级及肝储备功能评价的研究[J].实用放射学杂志,2008,24(2):197-200.
- [8] Mahnken AH, Klotz E, Schreiber S, et al. Volumetric arterial enhancement fraction predicts tumor recurrence after hepatic radiofrequency ablation of liver metastases: initial results[J]. AJR, 2011, 196(5): W573-W579.
- [9] 迟秀婷,沈加林,程杰军,等. CT灌注成像对评估12例5cm以下肝癌介入治疗疗效[J].介入放射学杂志,2014,23(9):772-776.
- [10] Qian LJ, Zhuang ZG, Cheng YF, et al. Hemodynamic alterations in anterior segment of liver graft after right-lobe living-donor liver transplantation: computed tomography perfusion imaging findings[J]. Abdom Imaging, 2010, 35(5): 522-527.
- [11] 薛敏娜,白人驹,李丰坦,等. CT灌注成像对原发性肝癌、肝转移瘤和肝血管瘤的鉴别诊断价值[J].国际医学放射学杂志,2008,31(3):152-155.
- [12] Miles KA, Hayball MP, Dixon AK. Functional images of hepatic perfusion obtained with dynamic CT[J]. Radiology, 1993, 188(2):405-411.
- [13] Blomley MJ, Coulden R, Dawson P, et al. Liver perfusion studied

- with ultrafast CT[J]. J Comput Assist Tomogr, 1995, 19(3): 424-433.
- [14] Lee DH, Lee JM, Klotz E, et al. Multiphasic dynamic computed tomography evaluation of liver tissue perfusion characteristics using the dual maximum slope model in patients with cirrhosis and hepatocellular carcinoma; a feasibility study[J]. Invest Radiol, 2016, 51(7): 430-434.
- [15] Van Beers BE, Leconte I, Materne R, et al. Hepatic perfusion parameters in chronic liver disease: dynamic CT measurements correlated with disease severity[J]. AJR, 2001, 176(3): 667-673.
- [16] Zhong L, Wang WJ, Xu JR. Clinical application of hepatic CT perfusion[J]. World J Gastroenterol, 2009, 15(8): 907-911.
- [17] Kim DH, Kim SH, Im SA, et al. Intermodality comparison between 3D perfusion CT and ¹⁸F-FDG PET/CT imaging for predicting early tumor response in patients with liver metastasis after chemotherapy: preliminary results of a prospective study[J]. Eur J Radiol, 2012, 81(11): 3542-3550.
- [18] Zhuang ZG, Quian LJ, Wang BX, et al. Computed tomography perfusion in living donor liver transplantation: an initial study of normal hemodynamic changes in liver grafts[J]. Clin Transplant, 2009, 23(5): 692-699.
- [19] Yang L, Zhang XM, Zhou XP, et al. Correlation between tumor perfusion and lipiodol deposition in hepatocellular carcinoma after transarterial chemoembolization[J]. J Vasc Interv Radiol, 2010, 21(10): 1841-1846.
- [20] 龙莉玲, 黄仲奎, 丁可, 等. 多层螺旋 CT 肝脏灌注成像评价慢性肝纤维化、肝硬化的价值[J]. 中华放射学杂志, 2012, 46(4): 317-321.
- [21] Hashimoto K, Murakami T, Dono K, et al. Assessment of the severity of liver disease and fibrotic change: the usefulness of hepatic CT perfusion imaging[J]. Oncol Rep, 2006, 16(4): 677-683.

(收稿日期: 2016-12-28 修回日期: 2017-04-16)

《放射学实践》(英文稿)稿约

《放射学实践》是由国家教育部主管, 华中科技大学同济医学院主办, 与德国合办的全国性影像学学术期刊, 创刊至今已 32 周年。本刊坚持服务广大医学影像医务人员的办刊方向, 关注国内外影像医学的新进展、新动态, 全面介绍 X 线、CT、磁共振、介入放射及放射治疗、超声诊断、核医学、影像技术学等医学影像方面的新知识、新成果, 受到广大影像医师的普遍喜爱。

本刊为国家科技部中国科技论文核心期刊、中国科学引文数据库统计源期刊, 在首届《中国学术期刊(光盘版)检索与评价数据规范》执行评优活动中, 被评为《CAJ—CD 规范》执行优秀期刊。

2012 年始本刊拟在英文专栏刊发全英文文稿。

1. 文稿应具科学性、创新性、逻辑性, 并有理论和实践意义。论点鲜明, 资料可靠, 数据准确, 结论明确, 文字简练, 层次清楚, 打印工整。

2. 本刊实行盲法审稿, 来稿附上英文稿一份, 中文对照稿两份(用小 4 号字、1.5 倍行距打印), 文稿中不出现任何有关作者本人的信息。另纸打印一份中英文对照的文题、作者姓名、作者单位(应准确、规范、完整)及邮政编码。如系 2 个单位及以上者, 则在作者姓名右上角排阿拉伯数字角码, 按序将单位名称写于作者下方。并注明第一作者的性别, 职称及第一作者或联系人的电话号码, E-mail 地址。

3. 来稿须经作者所在单位审核并附单位推荐信。推荐信应证明内容不涉及保密、署名无争议、未一稿两投等项。

4. 论著采用叙述式摘要。关键词一般 3~5 个, 请采用最新版的 MeSH 词表(医学主题词注释字顺表)中的主题词。MeSH 词表中无该词时, 方可用习用的自由词。使用缩略语时, 应在文中首次出现处写明中、英文全称。

5. 表格采用三线表, 表序按正文中出现的顺序连续编码。数据不多、栏目过繁、文字过多者均不宜列表。表内同一指标数字的有效位数应一致。

6. 线条图应另纸描绘, 全图外廓以矩形为宜, 高宽比例约为 5:7, 避免过于扁宽或狭长。照片图须清晰, 像素高, 层次分明, 图题及图解说明清楚。

7. 参考文献必须以作者亲自阅读过的近年文献为主, 并由作者对照原文核实(请作者在文章发表前提供 PubMed 等数据库的所含文献页面)。文献一般不少于 30 篇。内部刊物、未发表资料、私人通讯等勿作参考文献引用。参考文献的编号按照在正文中出现的先后顺序排列, 用阿拉伯数字加方括号角注。并按引用的先后顺序排列于文末。