

论 著

MSCT灌注成像在原发性肝癌患者肝功能分级及介入治疗疗效评估中的应用研究

李 露 李洪强 孟 静
李 晓 芳 吴 洋 张雪松*
恩施州中心医院 (湖北 恩施 445400)

【摘要】目的 探讨多层螺旋计算机断层扫描(MSCT)灌注成像在原发性肝癌(PLC)患者肝功能分级及介入治疗疗效评估中的应用研究。**方法** 选取2022年1月至2023年12月收治的86例原发性肝癌患者作为研究对象,所有患者均行MSCT灌注扫描,根据肝功能Child-Pugh分级将患者分为A组(n=63)和B组(n=23),比较两组MSCT灌注扫描参数[肝血流量(HBF)、达峰时间(TTP)、肝动脉灌注量(HAP)、平均通过时间(MTT)];所有患者均行肝动脉化疗栓塞术(TACE)治疗,比较PLC患者治疗前后HBF、TTP、HAP、MTT水平,并采用ROC曲线分析MSCT灌注扫描在PLC患者介入治疗疗效中的评估价值。**结果** A组HBF、MTT、HAP水平低于B组, TTP水平高于B组(t=2.587; t=3.124; t=2.763; t=3.393, P<0.05);治疗后HBF、MTT、HAP水平低于治疗前, TTP水平高于治疗前(t=13.164; t=30.409; t=24.255; t=16.647, P<0.05);有效组HBF、MTT、HAP水平低于无效组, TTP水平高于无效组(t=3.985; t=4.317; t=4.371; t=5.459, P<0.05); ROC曲线显示, HBF、MTT、HAP、TTP联合预测PLC患者介入治疗疗效的AUC为0.934, 高于HBF的0.750、MTT的0.741、HAP的0.768、TTP的0.802, 差异具有统计学意义(Z=3.301; Z=3.276; Z=2.812; Z=2.915, P<0.05)。**结论** MSCT灌注成像可监测PLC患者病灶血供情况,对PLC患者肝功能分级和介入治疗后疗效评估具有显著价值。

【关键词】 原发性肝癌;
多层螺旋计算机断层扫描;
肝功能分级; 介入治疗

【中图分类号】 R735.7

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.04.034

Application of MSCT Perfusion Imaging in Evaluating Liver Function Grading and Curative Effect of Interventional Therapy in Patients with Primary Liver Cancer

Li Lu, Li Hong-qiang, MENG Jing, Li Xiao-fang, WU Feng, ZHANG Xue-song*.
Enshi Central Hospital, Enshi 445400, Hubei Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the application of multi-slice spiral computed tomography (MSCT) perfusion imaging in evaluating liver function grading and curative effect of interventional therapy in patients with primary liver cancer (PLC). **Methods** A total of 86 patients with PLC were enrolled as the research objects between January 2022 and December 2023. All patients underwent MSCT perfusion scan. According to Child-Pugh grading of liver function, patients were divided into grade A group (n=63) and grade B group (n=23). The parameters of MSCT perfusion scan [hepatic blood flow (HBF), time to peak (TTP), hepatic artery perfusion volume (HAP), mean transit time (MTT)] were compared between the two groups. All patients underwent transcatheter arterial chemoembolization (TACE). HBF, TTP, HAP and MTT in PLC patients were compared before and after treatment. The evaluation value of MSCT perfusion scan for curative effect of interventional therapy in PLC patients was analyzed by ROC curves. **Results** HBF, MTT and HAP in grade A group were lower than those in grade B group, while TTP was higher than that in grade B group (t=2.587; t=3.124; t=2.763; t=3.393, P<0.05). After treatment, HBF, MTT and HAP were decreased, and TTP was increased (t=13.164; t=30.409; t=24.255; t=16.647, P<0.05). HBF, MTT and HAP in effective group were lower than those in ineffective group, while TTP was higher than that in ineffective group (t=3.985; t=4.317; t=4.371; t=5.459, P<0.05). ROC curves analysis showed that AUC of HBF combined with MTT, HAP and TTP for predicting the curative effect of interventional therapy was 0.934, greater than that of single index (0.750, 0.741, 0.768, 0.802), and the differences were statistically significant (Z=3.301; Z=3.276; Z=2.812; Z=2.915; P<0.05). **Conclusion** MSCT perfusion imaging can monitor blood supply of lesions in PLC patients, which has significant evaluation value for liver function grading and curative effect of interventional therapy.

Keywords: Primary Liver Cancer; Multi-slice Spiral Computed Tomography; Liver Function Grade; Interventional Therapy

原发性肝癌(PLC)是常见恶性肿瘤之一,其中约有90%为肝细胞癌。据统计,我国肝癌年新发病例38.9万,位列恶性肿瘤第4位,年死亡率居第二位^[1]。目前尚不明确PLC的具体发病机制,相关研究指出,其致病因素包括遗传、病毒性肝炎、化学致癌物、烟酒等^[2-3]。但由于PLC早期基本无症状,多数患者诊断时已发展到晚期,其预后较差。肝动脉化疗栓塞术(TACE)是无法切除的PLC的一线疗法,其通过栓塞肿瘤供血动脉阻断肿瘤供血,促进肿瘤细胞的坏死和凋亡,进而缩小肿瘤^[4]。但大量研究表明,TACE无法彻底消除肿瘤细胞,需多次进行治疗,因而临床急需有效的指标来评估介入治疗的疗效^[5]。多层螺旋计算机断层扫描(MSCT)灌注成像是一种功能成像,可快速、准确评价组织器官微循环血流动力学变化,对肿瘤性病变具有较高的临床应用价值^[6]。Child-Pugh分级是评估患者肝功能的重要标准,最近一项研究指出,Child-Pugh分级决定了晚期肝细胞癌患者的预后^[7]。基于此,本研究分析MSCT灌注成像在PLC患者肝功能分级及介入治疗疗效评估中的应用价值,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2022年1月至2023年12月收治的86例PLC患者作为研究对象,所有患者年龄37~71岁,平均(58.52±5.62)岁;男52例,女34例;肝功能Child-Pugh分级:A级63例,B级23例;其中肝细胞癌80例,胆管癌4例,肝细胞胆管癌2例。

纳入标准:符合原发性肝癌诊断标准^[8];临床资料完整;年龄>18岁;肝功能Child-Pugh分级为A、B级。**排除标准:**继发性肝癌;合并其它肿瘤疾病;MSCT灌注扫描禁忌症;合并严重心、肺、肾部疾病;认知障碍或精神疾病患者。

1.2 方法

1.2.1 治疗方法 所有患者均行TACE治疗,患者取仰卧位,右侧腹股沟行局部麻醉,采用Seldinger法行右股动脉穿刺,并将YASHIRO导管及微导管置入肝固有动脉、肝右动脉,并注入60%碘佛醇进行动脉造影(DSA),确定肿瘤位置和供血动脉后。通过微导管缓慢注入5%的葡萄糖+雷替曲塞4mg行肝局部灌注后,DSA透视下缓慢注入罂粟乙碘油6mL、洛铂乳剂20mg、明胶海绵颗粒150~350μm栓塞血管,复查造影示栓塞满意,术毕拔管,穿刺点压迫止血15min,无菌敷料覆盖后加压包扎。1次/月,持续治疗2个月。

1.2.2 检测方法 所有患者均行MSCT灌注成像扫描。检测前禁食6 h,取仰卧位,嘱患者平静呼吸,采用飞利浦256层螺旋CT扫描患者全腹部。平扫参数:管电压120 kV,管电

【第一作者】 李 露,女,主管技师,主要研究方向:原发性肝癌;多层螺旋计算机断层扫描;肝功能分级;介入治疗。E-mail: lw5731@126.com

【通讯作者】 张雪松,男,主治医师,主要研究方向:原发性肝癌;多层螺旋计算机断层扫描;肝功能分级;介入治疗。E-mail: 3796073130@qq.com

流160mA，螺距1.5，层厚5mm。平扫后确定肿瘤病灶位置，选定感兴趣区(ROI)作为灌注扫描层面，再进行灌注扫描，经肘静脉注射1.0mg/kg碘海醇造影剂，注射速率4mL/s。延迟5s后开始动态扫描，扫描时间为60s。记录肿瘤活性灶肝血流量(HBF)、达峰时间(TTP)、肝动脉灌注量(HAP)、平均通过时间(MTT)。由两名高年资肝脏影像学医师独立对患者的图像进行分析，意见不同者经相互讨论达成统一标准。

1.2.3 疗效评价 放疗前1周和放疗后3个月按照文献^[9]的方法进行评价，分为完全缓解、部分缓解、疾病稳定和疾病进展。并将患者分为有效组(部分缓解+完全缓解，56例)和无效组(疾病进展+稳定，30例)。

1.3 观察指标 (1)根据PLC患者不同肝功能Child-Pugh分级分为A级组(n=63)和B级组(n=23)，比较两组HBF、TTP、MTT、HAP水

平。(2)比较PLC患者介入治疗前后PLC患者MSCT灌注参数。(3)比较有效组和无效组HBF、TTP、MTT、HAP水平。(4)统计分析MSCT灌注参数对PLC患者介入治疗疗效的预测价值。

1.4 统计学处理 采用SPSS 20.0分析数据，计数资料以n(%)表示，采用 χ^2 检验；计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示，两组HBF、TTP、MTT、HAP水平比较采用t检验，绘制受试者工作特征曲线(ROC)分析MSCT灌注参数对PLC患者介入治疗疗效的预测价值，检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 不同肝功能分级PLC患者MSCT灌注参数比较 A级组HBF、MTT、HAP水平低于B级组，TTP水平高于B级组($t=2.587$ ； $t=3.124$ ； $t=2.763$ ； $t=3.393$ ， $P<0.05$)，见表1。

表1 不同肝功能分级PLC患者MSCT灌注参数比较

组别	例数	HBF[mL/(min·100 mL)]	MTT(s)	HAP[mL/(min·100 mL)]	TTP(s)
A级组	63	149.42±20.84	19.96±1.91	31.16±4.53	26.18±5.13
B级组	23	165.08±33.68	22.39±5.35	34.71±6.96	21.84±5.56
t		2.587	3.124	2.763	3.393
P		0.011	0.002	0.007	0.001

2.2 PLC患者介入治疗前后PLC患者MSCT灌注参数比较 治疗后HBF、MTT、HAP水平低于治疗前，TTP水平高于治疗前($t=13.164$ ； $t=30.409$ ； $t=24.255$ ； $t=16.647$ ， $P<0.05$)，见表2。

86例PLC患者中，完全缓解13例，部分缓解43例，疾病稳定18例，疾病进展12例。有效组HBF、MTT、HAP水平低于无效组，TTP水平高于无效组($t=3.985$ ； $t=4.317$ ； $t=4.371$ ； $t=5.459$ ， $P<0.05$)，图1-图2。

2.3 有效组和无效组MSCT灌注参数比较 TACE治疗2个月后，

表2 PLC患者介入治疗前后MSCT灌注参数比较

组别	例数	HBF[mL/(min·100 mL)]	MTT(s)	HAP[mL/(min·100 mL)]	TTP(s)
治疗前	86	153.61±25.88	20.61±3.39	32.11±5.52	25.02±5.59
治疗后	86	108.11±18.91	8.29±1.62	15.74±2.95	38.27±4.82
t		13.164	30.409	24.255	16.647
P		0.000	0.000	0.000	0.000

表3 有效组和无效组MSCT灌注参数比较

组别	例数	HBF[mL/(min·100 mL)]	MTT(s)	HAP[mL/(min·100 mL)]	TTP(s)
有效组	56	102.65±15.77	7.79±1.31	14.82±2.44	40.06±4.26
无效组	30	118.30±20.03	9.22±1.72	17.45±3.05	34.92±3.94
t		3.985	4.317	4.371	5.459
P		0.000	0.000	0.000	0.000

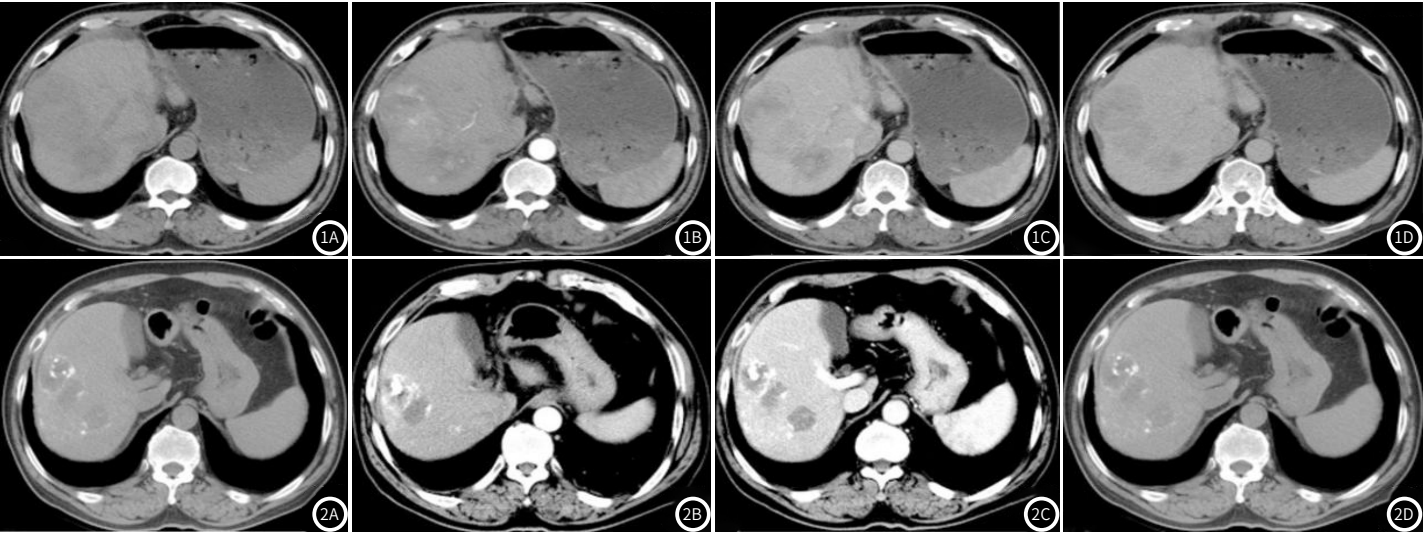


图1A-图1D 患者，男，肝细胞癌，介入治疗前影像特征：肝脏形态、大小正常，轮廓光整，肝实质密度不均，肝内见多发团块状、结节状稍低密度影，较大病灶位于肝右叶近膈面处，增强后上述肿块、结节均呈不均匀性强化。肝周见少许条索状液体密度影。(图1A，平扫；图1B，动脉期；图1C，静脉期；图1D，平衡期)。
图2A-图2D 介入治疗后影像特征：肝脏形态、大小正常，轮廓光整，肝实质密度不均匀，肝内见多发团块状、结节状稍低密度影，较大病灶位于肝右叶近膈面处，其内见少许积气，大小约60mm×41mm，增强后上述病灶大部分未见明显强化，部分病灶边缘似见轻度强化，肝右后叶可见小结节状明显强化灶，平衡期强化明显减低。肝周见少许条索状液体密度影。(图2A，平扫；图2B，动脉期；图2C，静脉期；图2D，平衡期)。

2.4 MSCT灌注参数对PLC患者介入治疗疗效的预测价值 ROC曲线显示, HBF、MTT、HAP、TTP联合预测PLC患者介入治疗疗效的AUC为0.934, 高于HBF的0.750、MTT的0.741、

HAP的0.768、TTP的0.802, 差异具有统计学意义($Z=3.301$; $Z=3.276$; $Z=2.812$; $Z=2.915$, $P<0.05$), 见表4, 图3。

表4 MSCT灌注参数对PLC患者介入治疗疗效的预测价值

指标	截点值	敏感度(%)	特异度(%)	AUC	95%CI
HBF[mL/(min·100mL)]	116.56	66.67	80.36	0.750	0.645~0.837
MTT(s)	9.02	56.67	85.71	0.741	0.635~0.830
HAP[mL/(min·100mL)]	15.13	66.67	76.79	0.768	0.665~0.852
TTP(s)	42.41	73.33	76.79	0.802	0.702~0.880
四者联合	-	86.67	75.00	0.934	0.859~0.976

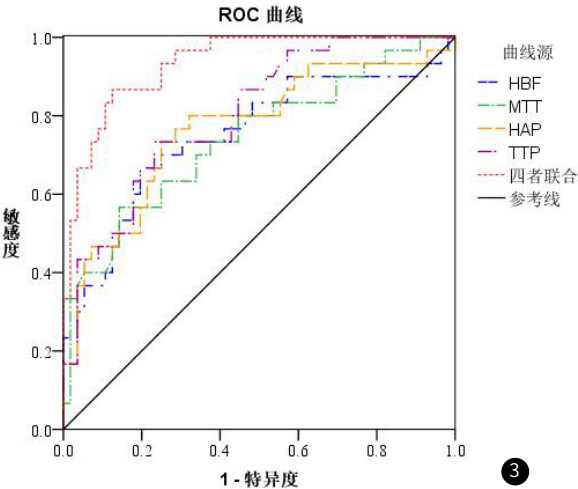


图3 MSCT灌注参数对PLC患者介入治疗疗效预测的ROC曲线

3 讨论

尽管在影像学和治疗方法方面取得了进展, 但PLC仍然是癌症死亡的首要原因。TACE虽可显著缩小肿瘤, 但其疗效受多种因素的影响^[10-11]。因此, 此类治疗方案都需要标准化的疗效监测以指导下一步治疗方案的选择。MSCT灌注成像可通过对比剂定量反应组织器官灌注量的变化, 对TACE治疗具有监测作用^[12]。基于此, 本研究分析MSCT灌注成像在肝功能分级和介入治疗后疗效评估中的应用价值, 旨在为PLC患者的监测提供依据。

Child-Pugh分级从患者一般状况、血清白蛋白、胆红素和凝血酶五个方面评估患者的肝脏功能。本研究中, A级组HBF、MTT、HAP水平低于B级组, TTP水平高于B级组, 提示MSCT灌注参数可用于PLC患者肝功能分级评估。肝脏具有独特的双重供血系统, 肿瘤细胞更易转移、扩散。PLC患者由于肿瘤内部新生血管生长迅速, 血流较快, 且随着肿瘤的增长, 肝动脉供血也随之增加, 而门静脉供血相应减少, 因而HBF、MTT、HAP水平升高, TTP水平降低^[13]。而肝功能正常的前提是血流量维持正常, 肝脏血流量一旦减少, 则会对肝脏功能造成一定的影响。相关研究指出, 肝脏CT灌注成像变化是评估肝功能损伤的重要指标^[14]。

HBF指单位时间内由肝动脉、门静脉流经肝脏的血流量, 可反映局部血管扩张情况。MTT可反映动脉流入至静脉流出的时间, 其水平与微循环是否通畅相关。HAP水平与血管增多增粗、新生血管基底膜不完整、血液流速变慢等均有一定相关性^[15-16]。TTP指对比剂至ROI达到最大量的时间, TTP延长明显, 表明血流速度减慢、血流动力学异常^[17]。血管生长可使肿瘤内部呈高灌注状况。本研究中, 治疗后HBF、MTT、HAP水平低于治疗前, TTP水平高于治疗前, 提示MSCT灌注参数可提高对介入治疗效果的评估。TACE是一种微创、安全的肿瘤治疗方法, 其通过在肝动脉中注入栓塞剂和化疗药物, 使肿瘤失去供血而坏死, 导致病灶内与周围动脉出现狭窄, 血流速度减慢, 进而导致HBF、MTT、HAP水平降低, TTP水平升高^[18-19]。

本研究中, 有效组HBF、MTT、HAP水平低于无效组, TTP水平高于无效组, 提示MSCT灌注参数可用于PLC患者介入治疗疗

效评估。RECIST标准包括肿瘤大小和累及器官情况两个方面。而TACE治疗可使病灶血管组织被栓塞, 肿瘤血管减少^[20]。ROC曲线显示, HBF、MTT、HAP、TTP联合预测PLC患者介入治疗疗效的AUC高于单一指标, 提示四者联合预测PLC患者介入治疗疗效的预测价值较高。

综上所述, MSCT灌注成像可监测PLC患者病灶血流动力学情况, 对PLC患者肝功能分级和介入治疗后疗效评估具有显著价值。但本研究样本量偏少, MSCT灌注成像对PLC患者近期预后的价值尚未阐明, 后续仍需大样本、多中心研究验证。

参考文献

[1] Soerjomataram I, Bray F. Planning for tomorrow: global cancer incidence and the role of prevention 2020–2070[J]. Nat Rev Clin Oncol, 2021, 18(10): 663–672.

[2] 廖薇薇, 李尧, 徐雨晨, 等. 基于SEER数据库的原发性肝癌患者预后危险因素研究[J]. 重庆医科大学学报, 2023, 48(3): 335–340.

[3] 陈倩倩, 苗法娟, 倪文婧, 等. 原发性肝癌的流行病学及其危险因素研究进展[J]. 中国全科医学, 2024, 27(06): 637–642.

[4] 鲁岩, 魏建, 刘垚, 等. 腹腔镜肝癌射频消融联合TACE治疗中晚期原发性肝癌的临床效果及对患者肝功能的影响[J]. 湖南师范大学学报: 医学版, 2022, 19(3): 152–155.

[5] 王琦, 翟琪琪, 徐珂. CT和MRI对原发性肝癌TACE术后残留及新发病灶的诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(6): 107–109.

[6] 毕孝杨, 邱瑞珍, 杨福军, 等. CT灌注成像对肝癌TACE术后早期反应预测价值的Meta分析[J]. 影像科学与光化学, 2023, 41(5): 260–269.

[7] Xie E, Yeo Y H, Scheiner B, et al. Immune checkpoint inhibitors for child-pugh class B advanced hepatocellular carcinoma: a systematic review and meta-analysis[J]. JAMA Oncol, 2023, 9(10): 1423–1431.

[8] 中华人民共和国卫生和计划生育委员会医政医管局. 原发性肝癌诊疗规范(2017年版)[J]. 中华肝脏病杂志, 2017, 25(12): 886–895.

[9] Eisenhauer E A, Therasse P, Bogaerts J, et al. New response evaluation criteria in solid tumours: revised RECIST guideline (version 1.1)[J]. Eur J Cancer, 2009, 45(2): 228–247.

[10] 常祖宽, 王晓伟, 马文芳, 等. MRI在原发性肝癌早期诊断及TACE介入治疗术后疗效评价中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(7): 101–103.

[11] 周连杰, 张怀亮, 张丽, 等. 阿帕替尼联合TACE术治疗原发性肝癌患者的疗效评价[J]. 罕少疾病杂志, 2023, 30(7): 59–60.

[12] 薛永明, 刘兴安. CT灌注成像对肝细胞癌患者TACE术后疗效的评估价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(4): 96–98, 108.

[13] 李真真, 耿云平, 任悠悠, 等. CT灌注成像观察原发性肝癌TACE术后血供状态对预后的评估价值[J]. 肝脏, 2021, 26(11): 1268–1271, 1275.

[14] 熊峰, 王飞, 赵卫, 等. 肝脏灌注变化对部分脾动脉栓塞术后肝功能损伤影响分析[J]. 临床放射学杂志, 2022, 41(4): 714–718.

[15] 高鹏飞, 李娜, 景引军. 肝癌患者CT灌注成像参数与黏蛋白1, 存活蛋白及微血管密度的关系[J]. 癌症进展, 2022, 20(2): 148–150, 173.

[16] 毕孝杨, 邱瑞珍, 杨福军, 等. CT灌注成像对肝癌TACE术后早期反应预测价值的Meta分析[J]. 影像科学与光化学, 2023, 41(5): 260–269.

[17] Lu Q, Zhang X, Han H, et al. Value of perfusion parameters for differentiating hepatocellular carcinoma and liver metastasis with hypervascularity and a normal hepatic background on contrast-enhanced ultrasound imaging[J]. Journal of Ultrasound in Medicine, 2019, 38(10): 2601–2608.

[18] 盖雪, 李国华, 付荣, 等. 多层螺旋CT灌注扫描联合血清FABP5, SEMA-3B对老年原发性肝癌的诊断和预后评估价值[J]. 中国老年学杂志, 2023, 43(15): 3639–3642.

[19] 胡亚萍. 增强磁共振与多层螺旋CT灌注成像在早期肝癌诊断中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18(3): 18–20.

[20] Kobe A, Kindler Y, Klotz E, et al. Fusion of preinterventional MR imaging with liver perfusion CT after RFA of hepatocellular carcinoma: early quantitative prediction of local recurrence[J]. Investigative Radiology, 2021, 56(3): 188–196.

(收稿日期: 2024-03-04) (校对编辑: 赵望淇)