

•非血管介入 Non-vascular intervention•

3.0T 动态增强磁共振灌注成像对小肝癌射频消融疗效评估的价值研究

陈天佑, 袁 敏, 周 粟, 杨柏帅, 侯毅斌, 李清涛

【摘要】 目的 探讨动态增强磁共振灌注成像(DCE-MRI)定量评估小肝癌射频消融(RFA)疗效的预测价值。**方法** 选取 2016 年 3 月至 2020 年 6 月初诊单发小肝癌病灶 58 例。采用 Philips 3.0T MR 对全部入组患者于治疗前行 MR 常规 T1WI、T2WI、DCE-MRI 序列扫描,分别测得肿瘤最大层面的各扫描序列定量参数-包括血管通透性常数(transfer constant, Ktrans)、血管外细胞外间隙容积百分比(volume of extravascular extracellular space per unit volume of tissue, Ve)及血液回流常数(the rate constant, Kep)值。病理切片通过免疫组织化学方法检测微血管密度。根据 mRECIST 标准进行随访,将病例分为稳定组和进展组。比较两组 RFA 治疗前各定量指标的差异,计量资料组间比较采用独立样本 *t* 检验。用 Pearson 相关检验分析两组患者 DCE-MRI 各灌注参数与微血管密度(MVD)之间的相关性。**结果** 稳定组以及进展组初始病灶大小差异有统计学意义,稳定组较进展组的病灶更小。消融前稳定组 Ktrans 值(0.343 ± 0.074) min^{-1} 、Kep 值(0.904 ± 0.153) min^{-1} 及 MVD 值(49.000 ± 5.518)均较进展组低,且差异具有统计学意义。两组患者治疗前 DCE-MRI 各参数值与 MVD 的相关分析显示 Ktrans 值、Ve 值与 MVD 呈正相关,相关系数分别为 0.677、0.334。**结论** 动态增强 DCE-MRI 灌注分析参数 Ktrans、Kep 均能有效预测肝癌 RFA 疗效,且在一定程度上可对肿瘤的微血管密度进行检测。

【关键词】 原发性肝癌;功能磁共振成像;射频消融;

中图分类号:R445.2 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2022)-02-0154-06

The application of 3.0T DCE-MRI in evaluating curative effect of radiofrequency ablation for small hepatocellular carcinoma: a clinical study CHEN Tianyou, YUAN Min, ZHOU Su, YANG Boshuai, HOU Yibin, LI Qingtao. Department of Interventional Radiology, Affiliated Shanghai Public Health Clinical Center of Fudan University, Shanghai 201508, China

Corresponding author: YUAN Min, E-mail: yuanmin@shphc.org.cn

【Abstract】 Objective To discuss the predictive value of dynamic contrast-enhanced perfusion magnetic resonance imaging(DCE-MRI) in quantitatively evaluating the curative effect of radiofrequency ablation(RFA) in treating small hepatocellular carcinoma (SHCC). **Methods** A total of 58 patients with SHCC, who were admitted to authors' hospital between March 2016 and June 2020, were enrolled in this study. In all patients the diagnosis met the clinical diagnostic criteria of 《Standard of Diagnosis and Treatment of Primary Liver Cancer》 and was pathologically proved by puncture biopsy. Philips 3.0T MR scanner was used to perform preoperative MR routine T1WI/T2WI and DCE-MRI sequences in all patients, on the imaging section displaying the largest diameter of the tumor, the quantitative parameter values of each scanning sequence, including transfer constant (Ktrans), volume of extravascular extracellular space per unit volume of tissue (Ve) and the rate constant (Kep), were separately measured. Immunohistochemical method was used to detect the microvessel density (MVD) in pathological slice. Based on modified response evaluation criteria in solid tumor (mRECIST), the patients were

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2022.02.008

基金项目:上海申康医院发展中心临床辅助科室能力建设项目(SHDC22015034)

作者单位:201508 上海市(复旦大学附属)公共卫生临床中心介入科

通信作者:袁 敏 E-mail: yuanmin@shphc.org.cn

divided into stable group (CR+PR+SD) and progressive group (PD). The differences in pre-RFA quantitative indicators were compared between the two groups. Chi-square test was used to compare the enumeration data between the two groups. The independent sample *t*-test was used to compare the measurement data between the two groups. By using Pearson correlation testing the correlations between each DCE-MRI perfusion parameter and MVD value were analyzed. **Results** There was a statistically significant difference in the initial lesion size between the stable group and the progressive group, and the lesion size in the stable group was smaller than that in the progressive group. In the stable group the pre-RFA Ktrans value, Kep value and MVD value were $(0.343 \pm 0.074) \text{ min}^{-1}$, $(0.904 \pm 0.153) \text{ min}^{-1}$ and (49.000 ± 5.518) respectively, which were lower than those in the progressive group, and the differences between the two groups were statistically significant. The correlation analysis between each DCE-MRI perfusion parameter and MVD value indicated that the values of Ktrans and Ve were positively correlated with MVD, and the correlation coefficients were 0.677 and 0.334 respectively. **Conclusion** Both Ktrans and Kep of DCE-MRI perfusion analysis parameters can effectively predict the efficacy of RFA for liver cancer, and to some extent they can replace the histological examination of non-invasive detection of tumor MVD. (J Intervent Radiol, 2022, 31: 154-159)

【Key words】 hepatocellular carcinoma; functional magnetic resonance imaging; radiofrequency ablation

手术切除和射频消融(RFA)是 BCLC-A 期肝细胞癌(HCC)的主要治疗手段^[1]。近年 RFA 已成为实体肿瘤局部微创治疗中较成熟的方法。消融治疗要求有足够大范围的消融区域,除了要求完全覆盖肿瘤组织外,还需要包括其周围 1 cm² 范围内的相对正常的肝组织,这样才能有效降低复发率。故对于特殊部位的肝癌病灶,如肝包膜下,血管旁或胆囊旁,完全消融是治疗的难点^[2]。同样,由于治疗手段的限制,对于直径 > 5 cm 的病灶,术后可能由于局部残留而导致复发。有研究表明,RFA 与手术切除对于早期 HCC 的疗效无显著差异,特别对于小肝癌(≤3 cm)且相对于手术治疗,RFA 往往具有较好的安全性及可重复性^[3-4]。

影像学检查特别是功能磁共振成像,检查肝癌的灵敏度及特异度可以达到 62% 及 97%^[5]。本研究探讨功能磁共振术前预测 RFA 疗效的能力,指导临床诊疗。

1 材料与方法

1.1 患者来源和纳入排除标准

选择 2016 年 3 月至 2020 年 6 月上海市公共卫生临床中心收治的 HCC 患者 58 例,入组病例均为首次发现单发病灶。分别于 RFA 术前 1 d 行 DCE-MRI 扫描,并取活检进行免疫组织化学染色,测定病灶微血管密度(MVD)。

入组标准:①单个病灶≤3 cm;②没有发生肝外转移;③凝血功能基本正常,无活动性感染,无腹腔积液;④无心脏起搏器,无幽闭恐惧症等。

排除标准:①术前行其他放化疗或其他辅助抗肿瘤治疗;②血管侵犯及肝外转移;③有门静脉、下腔静脉癌栓者;④肾功能不全或存在对比剂过敏者;⑤随访中因非肿瘤本身或治疗相关因素死亡者。

1.2 方法

1.2.1 常规 MRI 采用 3.0T MR 扫描仪(Achieva, Philips, Amsterdam, Holland)8 通道体部线圈,对所有病例行 T1WI、T2WI 和 DCE-MRI 扫描。患者检查前保持膀胱适度充盈。采用呼吸门控促发扫描。T1WI:采用 mDIXON FEE 序列,TR/TE 分别为 3.2/1.13 ms,FOV380×317 mm,层厚 3.5 mm,层间距 1.75 mm,层数 120 层。T2WI:采用 SPAIR 序列,TR/TE 分别为 503/70 ms,FOV 300×350 mm,层厚 7 mm,层间距 1 mm,层数 24 层。

1.2.2 DCE-MRI 扫描 ①横断位采用 T1 VIBE 序列,TR/TE 为 4/2 ms,翻转角 5°,激励次数 1,矩阵 350×350,层厚 3.5 mm,总层数 20 层,层间距 0 mm。②横断位 T1 VIBE 序列,翻转角 15°其余参数同上。以上序列用于图像校正,解剖定位及参数图融合。③DCE-MRI 采用横断位 T1-FFE-3D 序列,翻转角 8°,其余参数同上。在扫描第 4 个时相经肘静脉用压力注射器注射对比剂钆双胺(欧乃影,GE,15 mL/瓶),剂量为 0.2 mmol/kg,注射速率为 2 mL/s,扫描时间 5 min54 s。

1.2.3 图像后处理 DCE-MRI 所得原始图像导入后处理软件,参照横断位及矢状位 T2WI 图像,选取病灶最大层面法设置感兴趣区域(region of interest,ROI),分别测量 3 次取平均值,尽量避免

血管、胆管,出血、坏死、钙化等。得出 ROI 的时间信号曲线及动态增强定量参数值。参数包括容积转移常数(volume transfer constant, K_{trans}),组织间隙-血浆速率常数(interstitium-to-plasma rate constant, K_{ep})和血管外细胞外间隙容积分数(extravascular extracellular space volume fraction, V_e)。

1.2.4 活检与治疗 以 2%利多卡因 5~10 mL 逐层浸润麻醉联合术前地西洋 5 mg 肌内注射镇静。依据超声或 CT 图像选择合适的治疗体位及进针入路,熟悉病灶与体表定位点之间的相对位置,进针路径须经过部分肝组织,且避开大血管和胆管等重要器官。根据肿瘤的大小,选择相应规格的射频针,在实时超声或 CT 引导下,16 G 同轴套管针步进式穿刺进入肿瘤内部建立通道,拔出套管针针芯,18 G 活检枪切割肿瘤组织后取软组织 3 条固定,再换 17 G 射频针插入瘤体内,达预定位置后展开锚形电极针,再次超声或 CT 扫描确认电极针分布满意,以超出肿瘤周围 1 cm 正常肝组织为宜,消融功率设定为 60~100 W,以阻抗模式进行消融,消融时间由计算机自动控制。消融完成后行针道消融后退出消融针。

手术活检标本经 4%甲醛溶液固定,石蜡包埋,4 μ m 连续切片,脱蜡、水化、抗原修复、阻断内源性过氧化物酶,滴加 CD34 抗体试剂、滴加酶标羊抗鼠 IgG 聚合物以及显影剂,苏木素体细胞染色液室温染色 30~60 s,脱水,透明,封片,之后由 2 名高年资病理医师分别对染色后切片进行计数,结果不一致时,病理科医师讨论后做出结论。MVD 计数参照 Weidne 等^[7]的方法:先在低倍视野($\times 40$)下选取肿瘤 MVD 最高区即血管热点区(hot pot),再于高倍视野($\times 400$)下计数,每张切片记录 5 个高倍视野下被棕染的微血管数目,取其平均值作为该标本的 MVD 值,MVD 以内皮细胞表面标志物 CD34 进行标记。每个棕染的可与周围血管、肿瘤细胞及其他结缔组织区分开的内皮细胞或内皮细胞簇,均作为一个可计数的微血管。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 20.0 软件包进行统计学处理。正态分布的计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示。对 RFA 治疗前所有小肝癌的 K_{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 等各灌注参数值先进行方差齐性检验,若方差齐性,则使用独立样本 t 检验进行比较;若方差不齐,则使用 Wilcoxon 符号秩和检验。DCE-MRI 各灌注参数分别与 MVD 的关系用 Pearson 秩相关。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

本研究随访中位时间为 12 个月(4~20 个月)。58 例患者中,21 例(36.2%)在随访期间出现肿瘤进展,进展的中位时间为 8.3 个月,随访过程中,均未发生肝外转移,亦未见治疗相关死亡等严重并发症。

RFA 治疗后 1 个月内随访,消融区域在 T1WI 上表现为明显高信号,可伴周围低信号带,部分病灶中央显示相对等低信号区;动态增强后,大部分病灶显示完整或不完整的淡薄环形强化,病灶主体部分无强化。

58 例患者中,HCC 组织学分型梁索型 31 例,假腺状型 8 例,实体型 19 例。在 400 倍光镜下,以 CD34 标记的 MVD 数目跨度为 39~72,微血管形状包括点状、线状及环形管状。

根据随访期内是否出现复发或者病灶进展,将所有病例分为稳定组 37 例及进展组 21 例。随访期内病灶是否稳定与病灶大小相关,但与病灶部位是否临近肝包膜、血管及胆囊无关。消融前稳定组 K_{trans} 值、 K_{ep} 值、MVD 均较进展组低,且差异有统计学意义。两组患者治疗前 DCE-MRI 各参数值与 MVD 的相关分析显示 K_{trans} 值、 V_e 值与 MVD 相关。见表 1、2。

58 例患者 RFA 前 DCE-MRI 各参数与 MVD 的关系见图 1。1 例 62 岁男性 HCC 患者上腹部增强 CT 见图 2。

表 1 稳定组和进展组病灶特征

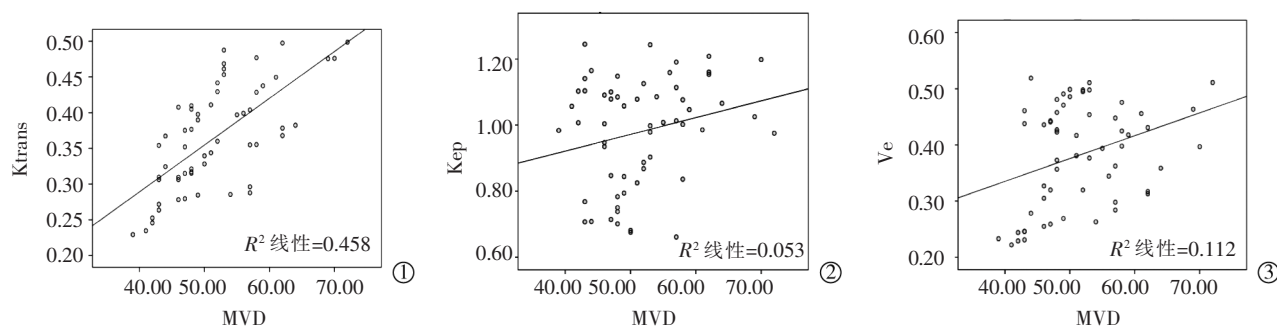
组别	例数	病灶大小	邻近包膜(是/否)	邻近血管(是/否)	邻近胆囊(是/否)	MVD
稳定组	37	1.981 \pm 0.408	12/25	5/32	4/33	49.000 \pm 5.518
进展组	21	2.437 \pm 0.316	5/16	2/19	1/20	56.571 \pm 8.256
P 值		<0.01	0.488	0.977	0.763	0.001

表 2 稳定组和进展组 RFA 治疗前 IVIM 和 PWI 参数比较及与 MVD 的相关性分析

参数	稳定组 ($n=22$)	进展组 ($n=16$)	t 值	P 值	MVD(r)	P 值
$K_{trans}/(\text{min}^{-1})$	0.343 \pm 0.074	0.404 \pm 0.051	-3.693	0.001	0.677	0.000
$K_{ep}/(\text{min}^{-1})$	0.904 \pm 0.153	1.115 \pm 0.080	-6.888	0.001	0.230	0.083
$V_e/(\%)$	0.392 \pm 0.104	0.366 \pm 0.064	1.176	0.245	0.334	0.010

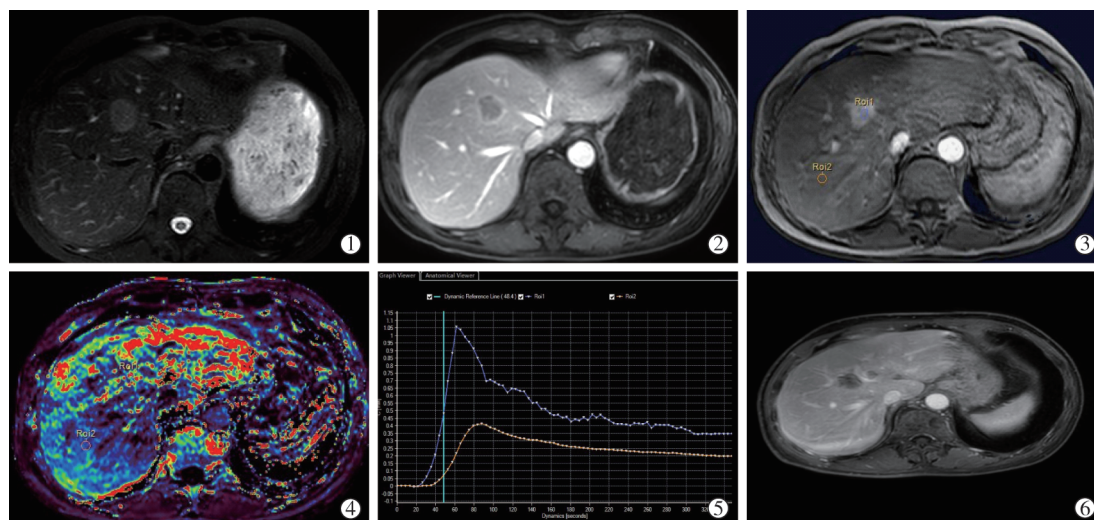
3 讨论

HCC 血供丰富,周围可见丰富的侧支循环,经过 1 次介入治疗(TACE 或 RFA)后往往不能治愈,术后部分纤维间隔或包膜下残存的肿瘤细胞极大可能导致肿瘤复发,其微循环功能状态是肝癌复发及远处转移的主要因素之一^[6]。因此,早期识别、预



①肿瘤 Ktrans 值与肿瘤 MVD 的相关性;②肿瘤 Kep 值与肿瘤 MVD 的相关性;③肿瘤 Ve 值与肿瘤 MVD 的相关性

图 1 58 例肝细胞癌患者 RFA 治疗前 DCE-MRI 各参数与 MVD 的关系



①T2WI 显示 VIII 段类圆形结节呈高信号;②增强 T1WI 延迟期显示病灶呈稍低信号,周围可见环形强化;③动态增强 T1WI,ROI1 为病灶,ROI2 为正常肝组织;④Ktrans 伪彩图;⑤动态增强曲线提示病灶强化方式呈快进慢出,蓝色 ROI1 代表病灶的强化方式,黄色 ROI2 代表正常肝组织的强化方式;⑥随访 1 年后增强门脉期,箭头所指为一新发病灶,评价 PD

图 2 1 例 62 岁男性肝癌患者的增强 CT 表现

判肿瘤复发概率,术前对肿瘤微循环功能进行准确评估,对指导临床制定个性化治疗方案至关重要。目前肝癌疗效评价主要依靠常规磁共振 T1WI、T2WI 及增强进行评估,但常规磁共振难以预测肝癌病灶内微循环状态,对 HCC 微循环功能状态的评估主要依靠功能磁共振^[7]。有研究分析认为肿瘤数目是独立复发因素^[8]。故本研究入组患者均为单发 HCC 病灶。

MR DCE-MRI 的原理是跟踪观察对比剂从毛细血管渗入到靶器官组织间隙,并从组织间隙回流入血管的过程,根据细胞外对比剂浓度在靶器官各区域动态变化来反映局部血流灌注功能状态的成像方法。DCE-MRI 两室模型分析将血管内及血管外细胞外间隙作为两个空间,通过数学模型计算出对比剂在两室内流动的速度以及对比剂在血管外细胞外空间所占的比例来评价局部微血管灌注功能状态^[9]。其定量参数包括 Ktrans、Kep、Ve。以上三个

参数存在以下的数学关系: $Kep = Ktrans / Ve$ ^[10]。Ktrans 表示的是对比剂从血浆向血管外细胞外组织间隙的转运速率。它取决于组织血流量、内皮细胞表面积大小及血管内皮细胞通透性。在组织毛细血管具有高渗透性的情况下,即通过内皮的对比剂量受到组织血流量限制, Ktrans 等于血液的血浆流量/单位体积;反之,在组织毛细血管通透性较低时,通过内皮的对比剂量主要受血管渗透性限制的,这时 Ktrans 值等于组织的渗透率表面积乘积/单位体积^[11]。在大多数肿瘤组织中, Ktrans 值同时受到来自组织血流量和渗透性的作用^[12]。本研究结果显示消融前稳定组 Ktrans 值较进展组低,且差异有统计学意义。原因是进展组肿瘤分化程度较低,恶性程度较高,新生血管相对更丰富,血管迂曲杂乱,内皮细胞间隙较大,基底膜疏松,通透性更强,肿瘤微循环灌注情况较稳定组更加丰富。本研究结果也显示 Ktrans 与肿瘤微血管密度具有很好的相关性,这与 Chen^[13]

等对经皮乙醇注射(PEI)兔 VX2 肝肿瘤模型 DCE-MRI 参数与 MVD 的关系结果相一致。张成成等^[14]通过对 60 例肝癌患者行动态灌注增强扫描也发现 Ktrans 与 MVD 呈线性正相关($r=0.739, P=0.000$)。但 Chen 等^[15]对 34 例 HCC 行自由呼吸状态下动态定量增强 MRI 时发现 Ktrans 与 MVD 不存在相关性。Oshida 等^[16]在关于直肠癌的研究中发现 DCE-MRI 灌注参数和 MVD 之间没有显著的相关性(Ktrans: $r=-0.056; P=0.662, V_e: r=-0.103, P=0.416$)。可能的解释是 DCE-MRI 参数与组织学之间缺乏相关性并不一定意味着参数不准确,而是组织学技术没有充分采样到复杂且不断变化的肿瘤血管生成代谢需求^[17-18]。Kep 反映的是对比剂在组织间隙内重新流入血管内的速度,与 Ktrans 呈正相关。由于低分化肝癌新生血管数量更多,血管成熟度更差,渗透至血管外间隙的对比剂可以较快流回血管内间隙,因此,消融前稳定组 Kep 值(0.904 ± 0.153) min^{-1} 均较进展组 Kep 值(1.115 ± 0.080)低。所得结论与 Huang 等^[19]的研究结果相一致,他们认为 Ktrans、kep 值可作为判断恶性肿瘤疗效评估的有效因子。DCE-MRI 两室模型分析的 V_e 值主要表达血管外细胞外间隙内对比剂浓度在整个体素中比例的多少,取值介于 0 和 1 之间,因此主要反映组织间隙空间的大小,也就是间接反映细胞密度的大小。本研究中两组患者 V_e 值差异无统计学意义。可能是因为 V_e 受血管渗透性、肿瘤细胞密度、病变囊变坏死程度以及细胞外基质等多种因素共同影响^[20]。本研究还发现 V_e 与 MVD 呈现正相关,宋琼等^[21]研究表明肝癌的 Ktrans 值以及 V_e 值与微血管密度呈正相关,相关性强度分别为 $Ktrans > V_e$ 。这些结论提示可以用 DCE-MRI 的定量参数值评估组织的微循环状况以及肿瘤的血管生成情况。

本研究尚存在一些不足:①纳入样本量较少,且扫描过程中患者自由平静呼吸状态,呼吸运动伪影的干扰影响功能磁共振后处理参数的准确性;②影像学分析与病理检查时只对相对应的单一层面进行了分析,两者间的对照可能存在偏差,后续研究可应用多个层面进行对比以增加研究结论的准确性;③DCE-MRI 尚缺乏统一的成像标准,不同扫描参数、对比剂的种类和注射剂量、以及输入动脉的设定都对定量参数的测量造成影响。

综上所述,DCE-MRI 两室模型可对 HCC 微循环状态进行量化评价,对肝癌射频消融疗效具有一定的术前预测作用,且 DCE-MRI 在一定程度上判

断肿瘤微血管密度的丰富程度。随着将来 DCE-MRI 后处理标准的不断规范化,相信功能磁共振成像在肝癌诊断及疗效评估、预测方面将会有更广阔的应用前景。

[参考文献]

- [1] Wang WD, Hou SN, Zhong ZL, et al. Radiofrequency ablation combined with transcatheter arterial chemoembolization therapy versus surgical resection for Barcelona-Clinic Liver Cancer (BCLC) A hepatocellular carcinoma: a meta-analysis[J]. J Intervent Med, 2018, 1: 49-57.
- [2] Brunello F, Cantamessa A, Gaia S, et al. Radiofrequency ablation: technical and clinical long-term outcomes for single hepatocellular carcinoma up to 30 mm[J]. Eur J Gastroenterol Hepatol, 2013, 25: 842-849.
- [3] Lam VW, Ng KK, Chok KS, et al. Risk factors and prognostic factors of local recurrence after radiofrequency ablation of hepatocellular carcinoma[J]. J Am Coll Surg, 2008, 207: 20-29.
- [4] Fang Y, Chen W, Liang X, et al. Comparison of long-term effectiveness and complications of radiofrequency ablation with hepatectomy for small hepatocellular carcinoma[J]. J Gastroenterol Hepatol, 2014, 29: 193-200.
- [5] Niekel MC, Bipat S, Stoker J. Diagnostic imaging of colorectal liver metastases with CT, MR imaging, FDG PET, and/or FDG PET/CT: a meta-analysis of prospective studies including patients who have not previously undergone treatment[J]. Radiology, 2010, 257: 674-684.
- [6] Weidner N. Current pathologic methods for measuring intratumoral microvessel density within breast carcinoma and other solid tumors[J]. Breast Cancer Res Treat, 1995, 36: 169-180.
- [7] Wang CC, Iyer SG, Low JK, et al. Perioperative factors affecting long-term outcomes of 473 consecutive patients undergoing hepatectomy for hepatocellular carcinoma[J]. Ann Surg Oncol, 2009, 16: 1832-1842.
- [8] 龙江,赵鹏,杨晓珍,等.射频消融治疗中等肝细胞癌5年预后及影响因素分析[J].介入放射学杂志,2019,28:343-346.
- [9] Witjes CD, Willemsen FE, Verheij J, et al. Histological differentiation grade and microvascular invasion of hepatocellular carcinoma predicted by dynamic contrast-enhanced MRI[J]. J Magn Reson Imaging, 2012, 36: 641-647.
- [10] O'Connor JP, Tofts PS, Miles KA, et al. Dynamic contrast-enhanced imaging techniques: CT and MRI[J]. Br J Radiol, 2011, 84: 112-120.
- [11] Zhang L, Zhao W, Liang C, et al. VEGFR-1 targeted DNzyme via transcatheter arterial delivery influences tumor vasculature assessed through dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging[J]. Oncol Rep, 2016, 36: 1339-1344.
- [12] 何建灵,江治民,蔡亮,等.定量动态磁共振增强扫描在星形细胞瘤诊断中的价值[J].分子影像学杂志,2017,40:148-151.

- [13] Chen J, Qian T, Zhang H, et al. Combining dynamic contrast enhanced magnetic resonance imaging and microvessel density to assess the angiogenesis after PEI in a rabbit VX2 liver tumor model[J]. Magn Reson Imaging, 2016, 34: 177-182.
- [14] 张成成,唐小琦,张志国,等. MRI 多期动态对比增强灌注参数与肝癌微血管密度的相关性[J]. 肝脏, 2019, 24:428-431.
- [15] Chen J, Chen C, Xia C, et al. Quantitative free-breathing dynamic contrast-enhanced MRI in hepatocellular carcinoma using gadoteric acid: correlations with Ki67 proliferation status, histological grades, and microvascular density[J]. Abdom Radiol (NY), 2018, 43: 1393-1403.
- [16] Oshida K, Nagashima T, Ueda T, et al. Pharmacokinetic analysis of ductal carcinoma in situ of the breast using dynamic MR mammography[J]. Eur Radiol, 2005, 15: 1353-1360.
- [17] Mayr NA, Hawighorst H, Yuh WT, et al. MR microcirculation assessment in cervical cancer: correlations with histomorphological tumor markers and clinical outcome[J]. J Magn Reson Imaging, 1999, 10: 267-276.
- [18] Cheng HL, Wallis C, Shou Z, et al. Quantifying angiogenesis in VEGF-enhanced tissue-engineered bladder constructs by dynamic contrast-enhanced MRI using contrast agents of different molecular weights[J]. J Magn Reson Imaging, 2007, 25: 137-145.
- [19] Huang W, Li X, Morris EA, et al. The magnetic resonance shutter speed discriminates vascular properties of malignant and benign breast tumors in vivo[J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2008, 105: 17943-17948.
- [20] 刘雅怡,岳 斌,孙玲玲,等. 动态对比增强 MRI 定量参数评价软组织肿瘤生物学行为的价值[J]. 中华放射学杂志, 2020, 54: 980-985.
- [21] 宋 琼,马 静,饶圣祥,等. MR 全肝增强灌注 Tofts 模型分析对肝癌微循环功能状态的影像生物学标记物的评价研究[J]. 放射学实践, 2013, 28:662-665.

(收稿日期:2020-11-24)

(本文编辑:俞瑞纲)

• 病例报告 Case report •

肾上腺静脉取血在嗜铬细胞瘤并双侧肾上腺占位患者定位中应用 1 例

杨有强, 李 桃, 杨桂强, 唐 敏, 唐志浩, 李化升

【关键词】 肾上腺静脉取血;嗜铬细胞瘤;双侧肾上腺占位

中图分类号:R586 文献标志码:D 文章编号:1008-794X(2022)-02-0159-03

Application of adrenal vein blood sampling in locating pheochromocytoma complicated by bilateral adrenal space-occupying lesions: report of one case YANG Youqiang, LI Tao, YANG Guiqiang, TANG Min, TANG Zhihao, LI Huasheng. Department of endocrinology, Red Cross Hospital of Yulin City, Yulin, Guangxi Zhuang Autonomous Region 537000, China

Corresponding author: YANG Youqiang, E-mail: 542261965@qq.com (J Intervent Radiol, 2022, 31: 159-161)

【Key words】 adrenal vein blood sampling; pheochromocytoma; bilateral adrenal space-occupying lesion

1 临床资料

患者女,46岁。因“血压增高、双侧肾上腺占位4月余”入院。患者4个月前在外院体检发现血压增高,血压160~180/60~110 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa),呈阵发性,无心悸、头痛。肾上腺彩超提示:双侧肾上腺增生,遂住院诊疗。血常规、尿常规、肝肾功能、甲状腺功能、出凝血均无异常。甲状腺彩超、X线胸片、心电图、肝胆脾胰腺彩超、心脏彩超均正常。

垂体MR无异常。甲氧基去甲肾上腺素(NMN)8.63 nmol/L,(正常参考值≤0.9 nmol/L),甲氧基肾上腺素(MN)0.16 nmol/L,(正常≤0.5 nmol/L)。尿香草扁桃酸VMA:18.2 mg/24 h(正常参考值≤12.0)。皮质醇昼夜节律正常。肾素-血管紧张素-醛固酮系统正常。CT平扫+增强结果:右肾上腺结合部小结节,直径约1.1 cm,结节增强后均匀强化;左侧肾上腺外侧见一实性结节,大小为3.1 cm×2.4 cm,结节增强后显著不均匀强

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2022.02.009

作者单位:537000 广西 玉林市红十字会医院内分泌科

通信作者:杨有强 E-mail: 542261965@qq.com