

• 综述 •

Imaging assessment of active lesions after
TACE for advanced liver cancerZHU Nan¹, ZHANG Tiantian¹, LYU Weifu^{2*}, LU Dong², ZHOU Guangya¹, CHEN Weishi¹,ZHOU Chunze², REN Jiangtao¹, CHEN Xingxing¹, HUANG Zhixin¹

(1. Department of Radiology, the People's Hospital of Wuhe County, Bengbu 233300, China;

2. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of USTC,

Anhui Provincial Hospital, Hefei 230001, China)

[Abstract] TACE is effective for treatment of advanced liver cancer, but residual or recurrence of cancer is an important factor affecting the efficacy of TACE. Imaging assessment plays an important role in the follow-up after TACE. The advancements and the status of imaging assessment for active lesions of liver cancer after TACE were reviewed in this article.

[Keywords] liver neoplasms; chemoembolization, therapeutic; active lesion; imaging examinations

DOI:10.13929/j.1672-8475.201808006

影像学诊断中晚期肝癌 TACE 术后活性病灶

朱楠¹, 张甜甜¹, 吕维富^{2*}, 鲁东², 周光亚¹, 陈维仕¹,周春泽², 任江涛¹, 陈星星¹, 黄志新¹

(1. 安徽省五河县人民医院影像科, 安徽 蚌埠 233300; 2. 中国科学技术大学附属第一医院

安徽省立医院影像科, 安徽 合肥 230001)

[摘要] TACE 是治疗中晚期肝癌的有效手段, 但病灶残留或复发是影响 TACE 术后疗效的重要因素。影像学检查在 TACE 术后随访中具有重要作用, 本文对中晚期肝癌 TACE 术后活性病灶的影像学诊断进展与现状进行综述。

[关键词] 肝肿瘤; 化学栓塞, 治疗性; 活性病灶; 影像学检查

[中图分类号] R735.7; R815 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8475(2019)03-0173-05

多数原发性肝癌患者就诊时已属中晚期, 无法经手术切除^[1]。TACE 治疗中晚期肝癌疗效确切, 但难以彻底杀灭肿瘤, 术后残留或复发是影响其疗效的重要因素^[2]。对 TACE 术后活性病灶的准确评估与患者预后密切相关^[2-5]。本文主要对影像学诊断 TACE 术后活性病灶的研究进展与现状进行综述。

1 DSA

DSA 可显示肝癌血供情况, 不受碘油干扰, 且可

用于动态监测肿瘤^[3-6]。肝内活性病灶典型 DSA 表现为富血供, 但也可因血供改变、炎性反应等呈乏血供或不典型染色^[3-6]。江旭等^[4]发现 DSA 诊断复发性肝癌的准确率明显高于 MRI (88.61% vs 74.68%, $P < 0.05$)。杨敏玲等^[5]发现 DSA 对 TACE 术后活性病灶的检出率高于增强 CT (67.4% vs 57.0%, $P < 0.05$)。常规 DSA 诊断主要有赖于医师的主观经验。赵亮等^[6]以彩色编码 DSA 观察 TACE 治疗前后灌注

[基金项目] 国家卫计委医学科专项(w2015xr13)、安徽省科技攻关项目(1704a0802152)、天晴肝病研究基金(TQGB20180247)、蚌埠市科技创新指导项目(20180351)。

[第一作者] 朱楠(1985—), 男, 安徽蚌埠人, 硕士, 主治医师。研究方向: 医学影像诊断与介入治疗。E-mail: 1057710133@qq.com

[通信作者] 吕维富, 中国科学技术大学附属第一医院 安徽省立医院影像科, 230001。E-mail: lwf99@126.com

[收稿日期] 2018-08-06 **[修回日期]** 2019-02-09

参数,发现彩色编码 DSA 可量化 TACE 术后肿瘤供血情况和肿瘤染色程度。目前 DSA 评估肝癌活性病灶的作用已受到肯定,但亦有不足^[3-6]:①显示膈顶、血管、胆囊旁病灶易受呼吸、空气及脉管影响;②肿瘤周边炎性肉芽组织染色可呈假阳性;③为有创检查,TACE 术后肿瘤供血动脉可能闭塞或变异,从而增加显影技术难度,且术中用药可加重肝功能损伤。目前 DSA 一般不作为 TACE 术后随访的首选方法。

2 超声

超声广泛用于肝癌筛查,成像速度快,且无电离辐射,通过观察彩色血流信号可评估 TACE 术后肿瘤栓塞效果,但传统超声的敏感度及特异度有限^[1,7-8]。CEUS 采用无肝、肾毒性的微泡造影剂,有利于提高诊断准确率^[8],肝癌活性病灶的典型表现为动脉期明显强化而门静脉期消退^[8-9];CEUS 还可提供病灶的侧支灌注信息^[10]。

王海军等^[11]发现以 CEUS 评估 TACE 术后 4 周活性病灶的敏感度为 100%,优于 CT(78.1%, $P<0.05$),有利于更早发现肝癌活性病灶。通过超声还可在 TACE 术中即时评价治疗效果,实时引导穿刺活检。新型 Sonazoid 微泡造影剂可用于超声评估 CT 或 MRI 无法确定的肿瘤^[1,8-10]。超声的局限性^[7-9,11]:①易受患者体型、呼吸运动等影响,对操作者经验及技术依赖程度高;②难以全面显示多发或较大病灶;③在脂肪肝或肝硬化背景下 CEUS 显像增强效果不佳;④对膈肌、血管旁或位置深在的病灶显示效果不佳;⑤对乏血供病灶难以进行准确评估。

3 CT

CT 对碘油沉积敏感,且不受肋骨或气体等影响,肝癌活性病灶的特征性 CT 表现为动脉期明显强化而门静脉期消退^[7,11-13]。一般在 TACE 术后 4~6 周进行常规增强 CT 检查,但术后炎症反应、碘油伪影、肿瘤分化、局部炎症等对判断病灶活性的影响可持续 3 个月^[12-13]。

3.1 CT 灌注成像(CT perfusion imaging, CTP)

CTP 可定量分析病灶血流动力学改变,评价 TACE 术后病灶活性^[7,14-15]。肝动脉灌注成像(hepatic arterial perfusion imaging, HAP)可反映 TACE 术后活性病灶的灌注情况,肝动脉灌注指数(hepatic arterial perfusion index, HAPI)升高可解释活性病灶中门静脉灌注减少及动脉分流增加^[7]。HAP 和 HAPI 在 TACE 治疗有效的肝癌患者中明显降低,而在术后复发患者中明显升高,提示其可评估病灶活性^[15]。但灌

注成像受 ROI 大小、图像噪声等影响,可能漏诊周边区域活性病灶,且辐射剂量较高。

3.2 宝石能谱成像(gemstone spectral imaging, GSI) GSI 不受碘油伪影影响,可多平面显示病灶毗邻结构及血管,还可通过绘制能谱曲线与碘基图等定量分析 TACE 术后病灶内碘含量及肿瘤活性,且辐射剂量较低^[7,13],诊断 TACE 术后活性病灶的敏感度为 97.0%,特异度为 94.4%^[13],诊断 TACE 术后残癌的 ROC 曲线 AUC 为 0.804^[16],通过碘基图量化碘含量,可提高活性病灶检出率。虽然 GSI 图像数据量大,检查时间长,扫描参数尚需优化,但为 TACE 术后疗效评价提供了新的思路。

3.3 CT 血管造影 通过 CT 肝动脉造影和经动脉门静脉造影,依据病灶血流动力学改变可判断其活性^[17]。二者联合诊断肝癌活性病灶敏感度高,但单独应用时常因纤维化、肉芽组织、脂肪浸润等非肿瘤灌注产生假阳性结果^[17]。

3.4 锥束 CT(Cone-beam computed tomography, CBCT) TACE 术中利用 CBCT 可评价碘油沉积,并获得三维血管和软组织 CT 影像,实时引导手术操作,且较常规 CT 辐射剂量更低^[7,18-19]。以 CBCT 诊断肝癌活性病灶的准确率为 89.7%,高于 DSA(72.1%, $P<0.05$)^[18]。Suk Oh 等^[19]发现在 TACE 术中通过 CBCT 观察强化程度可更早评估病灶活性,强化程度越高,提示疗效越好。但 CBCT 检查时间长,且对患者呼吸配合要求较高,图像密度分辨率低于常规 CT,需与常规 CT 或 MRI 配合使用。

4 MRI

与 CT 相比,MRI 软组织分辨率更高,且无电离辐射,但对患者呼吸配合要求更严,检查更耗时^[1,8,12-13]。近年来,MRI 新型对比剂及功能成像逐渐应用于 TACE 术后随访。

4.1 Gd-EOB-DTPA 增强扫描 Gd-EOB-DTPA 为特异性肝胆对比剂,可致肝实质信号增高,肝癌组织因无法摄取 Gd-EOB-DTPA 而信号较低。Gd-EOB-DTPA MR 增强扫描诊断肝癌活性病灶的敏感度为 79%~93%,特异度为 90%~97%,且对早期和小病灶(最大径 <2 cm)敏感^[8,20]。与常规 MR 对比剂相比,Gd-EOB-DTPA 有助于更早显示 TACE 术后活性病灶^[1]。

4.2 MR 灌注成像 MR 灌注成像的时间分辨率较 CTP 更高,对比剂用量更小,且无电离辐射^[3,21-22]。TACE 术后肝癌病灶的时间-信号曲线波动范围明显

减少,提示其可反映 TACE 治疗前后肿瘤灌注变化,有助于评估病灶活性^[21]。TACE 术后肝癌活性病灶较坏死灶具有更高的肝动脉分数和更低的门静脉灌注参数^[22]。但 MR 灌注成像空间分辨率低,且图像易受运动伪影影响,目前其成像协议和技术尚需跨中心和模态的标准化。

4.3 DWI 及其衍生序列 DWI 是检测活体组织水分子扩散的无创成像技术,可定量分析 TACE 术后病灶的微观结构和功能变化,先于肿瘤形态学变化反映细胞密度或血管完整度^[3,23-24]。Wu 等^[23]发现 TACE 术后肿瘤进展患者 ADC 值高于稳定者,在不同 b 值扫描条件下以 ADC 值($b=300 \text{ s/mm}^2$, $\text{ADC}=1.94 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, $b=600 \text{ s/mm}^2$, $\text{ADC}=1.28 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, $b=800 \text{ s/mm}^2$, $\text{ADC}=1.20 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)预测肿瘤进展的 ROC 曲线 AUC 分别为 0.693、0.724、0.746。Lin 等^[24]发现 TACE 术后有效的肝癌患者快速表观扩散系数(fast apparent diffusion coefficient, D_{fast})和速率常数(rate constant of backflux, K_{ep})均较无效患者减低(P 均 <0.05),慢速表观扩散系数(slow apparent diffusion coefficient, D_{slow})较无效患者增高($P<0.05$),肿瘤消退率与 K_{ep} 和 D_{fast} 呈负相关且与 D_{slow} 呈正相关,表明 DWI 可用于评估病灶活性。

与传统 DWI 相比,体素内不相干运动(intravoxel incoherent motion, IVIM)成像有多个 b 值,可更精确地评价组织内水分子扩散和微血管灌注^[25-26]。对兔肝 VX2 肿瘤应用血管阻断剂后 D_{fast} 、伪扩散系数(pseudodiffusion coefficient, D^*)及灌注分数(perfusion fraction, f)在治疗后 4 h 显著减低, D_{slow} 在治疗后 24 h 显著增高(P 均 <0.05), f 及 D^* 与肿瘤最大径呈正相关^[25]。TACE 术后碘油沉积良好的肝癌病灶 D^* 值明显高于碘油沉积不良者[(48.10 ± 15.33) vs (26.75 ± 9.55), $P<0.05$]^[26],表明 D^* 值有助于反映肝癌的构成及灌注信息。

DWI 及其衍生序列的不足^[3,23-26]:①图像分辨率低;②扫描参数和数据处理缺乏标准化,图像质量易受成像设备、ROI 选择等因素影响。

4.4 MR 弹性成像(MR elastography, MRE) MRE 是通过检测质点位移来无创评估组织硬度的检查技术,肝癌组织平均剪切刚度增高是其成像基础^[8,27]。Motosugi 等^[27]认为肝组织硬度较高是肝癌发展的独立危险因素,其优势比(95% CI)为 1.38 (1.05, 1.84),提示利用 MRE 可对肝癌发生的风险进

行分层。但目前 MRE 在 TACE 术后疗效评价中的应用仍较少。

4.5 MRS MRS 可检测不同组织代谢产物胆碱及其衍生物含量,用于评估 TACE 治疗前后肿瘤代谢和细胞活性^[3,28]。Wu 等^[28]发现 TACE 治疗有效的肝癌病灶 MRS 胆碱峰振幅和峰下面积均较术前下降,脂质峰升高,提示 MRS 可用于评估病灶活性。但 MRS 检查可重复性较差,且不同病理类型肿瘤代谢情况各异,可能影响 MRS 诊断。

4.6 BOLD MRI BOLD MRI 利用顺磁性脱氧血红蛋白周围的小磁场和磁场梯度成像,当肝癌组织血流量和氧合血红蛋白含量发生变化,其图像信号即发生改变^[29-30]。Choi 等^[29]发现化学栓塞前与栓塞后肝肿瘤 $R2^*$ 值变化量($\Delta R2^*$)差异有统计学意义($P=0.013$),与 Zhang 等^[30]的研究结果相似,提示 BOLD MRI 可用于评估 TACE 术后病灶活性,但易受血浆蛋白、肿瘤坏死和出血等因素影响。

5 PET

PET/CT 以 ^{18}F -FDG 为放射性示踪剂,可在分子水平描述肿瘤代谢信息,量化分析 TACE 术后病灶活性^[3,8,31-32]。Ma 等^[31]认为肿瘤最大标准化摄取值比率变化量有助于诊断 TACE 术后肝癌病灶的活性。Kim 等^[32]发现肿瘤最大标准化摄取值与肝脏平均标准化摄取值之比是肝癌进展的独立预测因子。新型放射性示踪剂的应用有望优化 PET 对肝癌的灵敏度, $^{18}\text{F}/^{11}\text{C}$ -胆碱 PET/CT 对肝癌的检出率可达 84%^[3,8]。但 PET/CT 对高分化肿瘤可能出现假阴性诊断,TACE 术后炎症反应亦可造成假阳性结果,且 PET/CT 辐射剂量高,不适用于 TACE 术后常规随访。

PET/MRI 显示软组织优于 PET/CT,且无电离辐射,但目前少见 PET/MRI 评估 TACE 术后疗效的报道^[33]。Fowler 等^[33]发现结直肠癌肝转移患者接受放射性栓塞治疗后,治疗有效者 90Y 微球分布的剂量体积高于无效者,提示其可能是疗效的重要预测因子。

综上所述,影像学检查各有其优势及不足,临床应根据具体情况选择单一或联合使用多种检查方式,从而提高对 TACE 术后肝癌活性病灶评估的准确性。

[参考文献]

- [1] Omata M, Cheng AL, Kokudo N, et al. Asia-Pacific clinical practice guidelines on the management of hepatocellular

- carcinoma: A 2017 update. *Hepatol Int*, 2017, 11(4):317-370.
- [2] Lencioni R, de Baere T, Soulen MC, et al. Lipiodol transarterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma: A systematic review of efficacy and safety data. *Hepatology*, 2016, 64(1):106-116.
 - [3] Yang K, Zhang XM, Yang L, et al. Advanced imaging techniques in the therapeutic response of transarterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma. *World J Gastroenterol*, 2016, 22(20):4835-4847.
 - [4] 江旭, 李慧, 杨继金, 等. 常规 TACE 术中 DSA 诊断肝细胞癌切除术后 3 个月内复发. *中国介入影像与治疗学*, 2018, 15(7):387-391.
 - [5] 杨敏玲, 杨志勇, 谢春明. 原发性肝癌经导管肝动脉化疗栓塞术后肿瘤残留及新发病灶的 CT 和数字减影血管造影诊断对比研究. *肿瘤研究与临床*, 2014, 26(3):145-147, 152.
 - [6] 赵亮, 曾帅, 马璠, 等. 彩色编码数字减影血管造影在定量分析化疗栓塞前后肝脏肿瘤灌注减少中的应用价值. *介入放射学杂志*, 2017, 26(4):313-317.
 - [7] Vande Lune P, Abdel Aal AK, Klimkowski S, et al. Hepatocellular carcinoma: Diagnosis, treatment algorithms, and imaging appearance after transarterial chemoembolization. *J Clin Transl Hepatol*, 2018, 6(2):175-188.
 - [8] Jiang HY, Chen J, Xia CC, et al. Noninvasive imaging of hepatocellular carcinoma: From diagnosis to prognosis. *World J Gastroenterol*, 2018, 24(22):2348-2362.
 - [9] Moschouris H, Kalokairinou-Motogna M, Vrakas S, et al. Imaging of intrahepatic progression of hepatocellular carcinoma post transarterial chemoembolization. A long-term, prospective evaluation of contrast-enhanced ultrasonography (CEUS). *Med Ultrason*, 2017, 19(2):134-142.
 - [10] Gummadu S, Stanczak M, Lyschik A, et al. Contrast-enhanced ultrasound identifies early extrahepatic collateral contributing to residual hepatocellular tumor viability after transarterial chemoembolization. *Radiol Case Rep*, 2018, 13(3):713-718.
 - [11] 王海军, 程瑞洪, 王朝晖, 等. 超声造影在肝动脉化疗栓塞术联合微波消融治疗肝癌效果评估中的应用. *北华大学学报(自然科学版)*, 2017, 18(5):645-648.
 - [12] Shaw CM, Eisenbrey JR, Lyschik A, et al. Contrast-enhanced ultrasound evaluation of residual blood flow to hepatocellular carcinoma after treatment with transarterial chemoembolization using drug-eluting beads. *J Ultrasound Med*, 2015, 34(5):859-867.
 - [13] Liu QY, He CD, Zhou Y, et al. Application of gemstone spectral imaging for efficacy evaluation in hepatocellular carcinoma after transarterial chemoembolization. *World J Gastroenterol*, 2016, 22(11):3242-3251.
 - [14] Ippolito D, Fior D, Bonaffini PA, et al. Quantitative evaluation of CT-perfusion map as indicator of tumor response to transarterial chemoembolization and radiofrequency ablation in HCC patients. *Eur J Radiol*, 2014, 83(9):1665-1671.
 - [15] Shao GL, Zheng JP, Guo LW, et al. Evaluation of efficacy of transcatheter arterial chemoembolization combined with computed tomography-guided radiofrequency ablation for hepatocellular carcinoma using magnetic resonance diffusion weighted imaging and computed tomography perfusion imaging: A prospective study. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96(3):e5518.
 - [16] 邢古生, 王爽, 李忱瑞, 等. 宝石能谱 CT 成像碘含量测定法在肝细胞癌患者经动脉化疗栓塞术后随访中的应用. *中华肿瘤杂志*, 2015, 37(3):208-212.
 - [17] Yim SY, Park BJ, Um SH, et al. Diagnostic performance of gadoxetic acid (Primovist)-enhanced MR imaging versus CT during hepatic arteriography and portography for small hypervascular hepatocellular carcinoma. *Medicine (Baltimore)*, 2016, 95(39):e4903.
 - [18] Miyayama S, Yamashiro M, Hashimoto M, et al. Identification of small hepatocellular carcinoma and tumor-feeding branches with cone-beam CT guidance technology during transcatheter arterial chemoembolization. *J Vasc Interv Radiol*, 2013, 24(4):501-508.
 - [19] Suk Oh J, Jong Chun H, Gil Choi B, et al. Transarterial chemoembolization with drug-eluting beads in hepatocellular carcinoma: Usefulness of contrast saturation features on cone-beam computed tomography imaging for predicting short-term tumor response. *J Vasc Interv Radiol*, 2013, 24(4):483-489.
 - [20] He X, Wu J, Holtorf AP, et al. Health economic assessment of Gd-EOB-DTPA MRI versus ECCM-MRI and multi-detector CT for diagnosis of hepatocellular carcinoma in China. *PLoS One*, 2018, 13(1):e0191095.
 - [21] Chen X, Xiao E, Shu D, et al. Evaluating the therapeutic effect of hepatocellular carcinoma treated with transcatheter arterial chemoembolization by magnetic resonance perfusion imaging. *Eur J Gastroenterol Hepatol*, 2014, 26(1):109-113.
 - [22] Taouli B, Johnson RS, Hajdu CH, et al. Hepatocellular carcinoma: Perfusion quantification with dynamic contrast-enhanced MRI. *AJR Am J Roentgenol*, 2013, 201(4):795-800.
 - [23] Wu XM, Wang JF, Ji JS, et al. Evaluation of efficacy of transcatheter arterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma using magnetic resonance diffusion-weighted imaging. *Onco Targets Ther*, 2017, 10:1637-1643.
 - [24] Lin M, Tian MM, Zhang WP, et al. Predictive values of diffusion-weighted imaging and perfusion-weighted imaging in evaluating the efficacy of transcatheter arterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma. *Onco Targets Ther*, 2016, 9:7029-7037.
 - [25] Joo I, Lee JM, Han JK, et al. Intravoxel incoherent motion diffusion-weighted MR imaging for monitoring the therapeutic efficacy of the vascular disrupting agent CKD-516 in rabbit VX2 liver tumors. *Radiology*, 2014, 272(2):417-426.
 - [26] Park YS, Lee CH, Kim JH, et al. Using intravoxel incoherent motion (IVIM) MR imaging to predict lipiodol uptake in patients with hepatocellular carcinoma following transcatheter arterial

- chemoembolization: A preliminary result. Magn Reson Imaging, 2014, 32(6):638-646.
- [27] Motosugi U, Ichikawa T, Koshiishi T, et al. Liver stiffness measured by magnetic resonance elastography as a risk factor for hepatocellular carcinoma: A preliminary case-control study. Eur Radiol, 2013, 23(1):156-162.
- [28] Wu B, Peng WJ, Wang PJ, et al. In vivo ^1H magnetic resonance spectroscopy in evaluation of hepatocellular carcinoma and its early response to transcatheter arterial chemoembolization. Chin Med Sci J, 2006, 21(4):258-264.
- [29] Choi JW, Kim H, Kim HC, et al. Blood oxygen level-dependent MRI for evaluation of early response of liver tumors to chemoembolization: An animal study. Anticancer Res, 2013, 33(5):1887-1892.
- [30] Zhang LJ, Zhang Z, Xu J, et al. Carbogen gas-challenge blood oxygen level-dependent magnetic resonance imaging in hepatocellular carcinoma: Initial results. Oncol Lett, 2015, 10(4):2009-2014.
- [31] Ma W, Jia J, Wang S, et al. The prognostic value of ^{18}F -FDG PET/CT for hepatocellular carcinoma treated with transarterial chemoembolization (TACE). Theranostics, 2014, 4(7):736-744.
- [32] Kim MJ, Kim YS, Cho YH, et al. Use of ^{18}F -FDG PET to predict tumor progression and survival in patients with intermediate hepatocellular carcinoma treated by transarterial chemoembolization. Korean J Intern Med, 2015, 30(3):308-315.
- [33] Fowler KJ, Maughan NM, Laforest R, et al. PET/MRI of hepatic ^{90}Y microsphere deposition determines individual tumor response. Cardiovasc Intervent Radiol, 2016, 39(6):855-864.

《中华介入放射学电子杂志》赠刊、征稿启事

《中华介入放射学电子杂志》(刊号:ISSN 2095-5782, CN 11-9339/R)创刊于 2013 年,由国家卫生计生委主管、中华医学会主办的介入医学专业学术期刊。是中华医学会放射学分会介入学组指定的官方学术刊物。总编辑为单鸿教授,常务总编辑为翟仁友教授,以光盘附纸质导读形式公开发行出版。杂志为季刊,每期 80 页左右,大 16 开本,铜版纸印刷,印刷精良,图片清晰。

本刊主要刊登神经介入、血管介入、肿瘤介入和非血管介入领域的临床及科研新进展,同时涵盖介入护理、介入学科管理及教学、医学影像等方面的研究成果。是广大介入放射工作者展示学术成果、临床经验和学习、交流的平台。

本刊运用丰富的文字、影视语言和全方位的多媒体技术,实现了图文并茂、视频与文本文件相结合。关于介入放射方面的专家论坛、基础与临床研究、短篇论著、个案和综述等,以及手术录像、讲课幻灯均可以投稿。

现我刊特举办免费赠刊活动,赠刊对象可以是科室、图书馆、个人等,免费索取!

请从本刊网站 <http://zhjrfstdzz.paperopen.com>“下载中心”处下载并填写“赠刊索取单”,填好后发至邮箱 zhjrfstx@163.com 即可,我刊收到后会及时回复!

邮编:300190

地址:天津市南开区金平路 10 号 2 楼 204 室

电话:022-87087067

邮箱:zhjrfstx@163.com

网址:www.zhjrfstdzz.paperopen.com