

• 肿瘤介入 Tumor intervention •

肝细胞癌患者 TACE 治疗前后增强 CT 参数变化及与临床疗效关系

张继续, 吴 军, 张 沅, 杨祯忠, 许晓冬, 王 琳

【摘要】 目的 探讨肝细胞癌(HCC)患者经动脉灌注化疗栓塞术(TACE)治疗前后增强 CT (contrast-enhanced CT, CECT)参数变化及与临床疗效关系。**方法** 前瞻性选取 2021 年 9 月至 2024 年 10 月兰州市第二人民医院收治的 106 例 HCC 患者纳入研究,均予以 TACE 治疗及 CECT 扫描,比较患者治疗前、治疗后 6 个月 CECT 参数水平的差异,并据疗效评价标准将患者分为有效组及无效组,应用 ROC 曲线及曲线下面积(AUC)分析治疗前后 CECT 参数变化与疗效的关系。**结果** 随访 6 个月,与治疗前比较,106 例 HCC 患者 TACE 治疗后 CECT 参数病灶强化达峰时间(TP)延长($P < 0.05$),强化峰值(PH)、病灶与主动脉强化峰值之比(M/A)、灌注值水平均降低($P < 0.05$)。TACE 总有效率为 67.92%(72/106),据此分为有效组($n = 72$)及无效组($n = 34$),两组治疗前后 TP、M/A 及 Δ TP、 Δ M/A 水平比较差异无统计学意义($P > 0.05$);与治疗前比较,治疗后 PH、灌注值水平有效组均降低,无效组均升高($P < 0.05$),且有效组均低于无效组($P < 0.05$);与无效组比较,有效组 Δ PH、 Δ 灌注值水平均升高,Child-Pugh 分级 B 级占比降低($P < 0.05$)。ROC 曲线结果显示,CECT 参数 Δ PH、 Δ 灌注值单独及联合评估 HCC 患者 TACE 临床疗效的 AUC 分别为 0.864、0.829、0.918($P < 0.05$),且以联合检测的灵敏度、特异度最高。多因素 logistic 回归分析结果显示,Child-Pugh 分级 B 级、合并乏血供肿瘤是影响 HCC 患者 TACE 疗效的危险因素($P < 0.05$)。**结论** HCC 患者 TACE 治疗后 CECT 参数 PH、灌注值、M/A 下降,TP 升高,其中 PH、灌注值治疗前后的变化量可为 TACE 临床疗效的准确评估提供参考指导。

【关键词】 肝细胞肝癌;经动脉导管化疗栓塞术;增强 CT 扫描;临床疗效;相关性

中图分类号:R735.7 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2026)-001-0038-08

The correlation between the changes in contrast-enhanced CT parameters and clinical efficacy in patients with hepatocellular carcinoma after receiving TACE ZHANG Jixu, WU Jun, ZHANG Yuan, YANG Zhenzhong, XU Xiaodong, WANG Lin. Department of Radiology, Lanzhou Municipal Second People's Hospital, Lanzhou, Gansu Province 730000, China

Corresponding author: WANG Lin, E-mail: zhangjxdr@163.com

【Abstract】 Objective To explore the relationship between the changes in contrast-enhanced CT (CECT) parameters and clinical efficacy in patients with hepatocellular carcinoma (HCC) after transarterial chemoembolization (TACE) treatment. **Methods** A total of 106 patients with HCC, who were admitted in Lanzhou Municipal Second People's Hospital from September 2021 to October 2024, were prospectively enrolled in this study. All patients were treated with TACE and underwent CECT scans before and after TACE. The differences in CECT parameters between postoperative 6-month values and preoperative values were compared. Based on the modified Response Evaluation Criteria in Solid Tumors (mRECIST), the patients were divided into an effective group and an ineffective group. ROC curve and area under the curve (AUC) were used to analyze the correlation between the postoperative changes in CECT parameters and clinical efficacy. **Results** All the patients were followed up for 6

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2026.01.007

作者单位: 730000 甘肃兰州 兰州市第二人民医院放射科(张继续、吴 军、张 沅、杨祯忠、许晓冬);甘肃中医药大学附属第一医院放射科(王 琳)

通信作者: 王 琳 E-mail: zhangjxdr@163.com

months. Compared with the preoperative values of CECT parameters, the post-TACE time to peak (TP) was extended, while the peak height (PH), ratio of lesion to aorta enhancement peak (M/A), and perfusion value were decreased (all $P < 0.05$). The total response rate of TACE was 67.92% (72/106), based on which the patients were divided into effective group ($n = 72$) and ineffective group ($n = 34$). There was no statistically significant differences in TP, M/A, Δ TP and Δ M/A between the two groups before and after treatment (all $P > 0.05$). Compared with the preoperative values, the postoperative PH and perfusion values were decreased in the effective group but increased in the ineffective group (both $P < 0.05$), in addition, the PH and perfusion values in effective group were lower than those in ineffective group (both $P < 0.05$). Compared with the ineffective group, in the effective group the Δ PH and Δ perfusion values were higher and the proportion of Child-Pugh of grade B was lower (all $P < 0.05$). The results of ROC curves analysis showed that AUC value of Δ PH, Δ perfusion value and combined detection for evaluating clinical curative effect of TACE in HCC patients were 0.864, 0.829 and 0.918 respectively (all $P < 0.05$). Both the sensitivity and specificity of combined detection were the highest. The results of multivariate logistic regression analysis revealed that Child-Pugh of grade B and tumors having poor blood supply were the risk factors affecting the curative effect of TACE in HCC patients ($P < 0.05$). **Conclusion** In HCC patients after receiving TACE, the CECT parameters including PH, perfusion value and M/A are decreased, while TP is increased. The postoperative changes in PH and perfusion value can provide useful reference for accurately evaluating the clinical efficacy of TACE.

【Key words】 hepatocellular carcinoma; transcatheter arterial chemoembolization; contrast-enhanced CT scan; clinical curative effect; correlation

肝细胞肝(HCC)是指在遗传、饮酒、病毒性感染、肝硬化、黄曲霉素摄入等危险因素作用下肝细胞发生异常增生癌变的恶性肿瘤^[1-2]。HCC早期起病隐匿,超70%的患者出现肝区疼痛、恶心呕吐、进行性乏力、消瘦等典型症状及肝脾增大、腹水、黄疸等体征时已进展至肝功能完全失去代偿的中晚期^[3-4],丧失了实施外科切除手术的最佳时机,即使部分患者存在手术指征,术后复发率也较高,5年生存率不足5%^[5],病死率更是以每年2%~3%的速率增长,总体预后差^[6]。现阶段,临床针对中晚期HCC的治疗首选经动脉灌注化疗栓塞术(TACE),TACE是一种微创介入手段,其利用导管技术将化疗药及栓塞剂经肝动脉精确输入肝肿瘤,以阻断肿瘤血氧供应,诱导肿瘤细胞坏死,从而延缓肿瘤生长,改善患者预后^[7]。然而,在实际应用时,受肿瘤大小与数量、血供丰富程度、肝功能储备状态、TACE技术高低、患者个体差异等因素的影响^[8],单次治疗往往难以完全灭活肿瘤细胞,使得术后HCC复发率高达70%^[9]。因此如何选择快速、准确地TACE疗效评估手段以优化术中操作,及时明确后续诊疗方案,减少术后复发成为当前研究的重点。影像学技术一直是评估HCC患者TACE疗效的重要手段,近来随着医学技术的进步,增强CT(contrast-enhanced CT, CECT)扫描应用愈发广泛,它通过对CT平

扫发现的可疑部位进行对比剂注射来提高获得图像的密度分辨率,从而更精确显示HCC病灶血流动力学、大小、形态、数量等特征,为医师制订适宜的治疗方案,提高临床疗效提供更加充足且准确的证据^[10]。既往有关CECT用于TACE疗效评估的研究多集中于影像组学及影像特征层面,其相关参数治疗前后的变化及与疗效的关系却少见报道。本研究以106例行TACE治疗的HCC患者为对象,探讨HCC患者经TACE治疗前后CECT参数变化及与临床疗效的关系,旨在为丰富CECT应用提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 临床资料

样本量计算公式: $N = (Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 \times \sigma^2 / \delta^2$, 其中 $Z_{\alpha/2}$ 为显著水平(α)的标准正态分布的临界值,在95%置信区间下 $Z_{\alpha/2} = 1.96$; Z_{β} 为统计效能($1 - \beta$)的标准正态分布临界值,统计效能为80%,此时 $Z_{\beta} = 0.84$; σ 为总体标准差, $\sigma = 5.56$; δ 为期望的效应大小, $\delta = 1.64$, 估算得 $N \approx 90$, 考虑10%的脱落,最低纳入100例。

纳入标准:①HCC诊断符合《原发性肝癌诊疗规范(2019年版)》^[11]中标准并经病理检查确诊,首次发病,无肝外转移病灶;②符合TACE适应证^[12]

且拟行择期治疗;③治疗前后均行 CECT 检查且获得明确结果;④年龄 ≥ 18 岁,神志清楚,沟通正常,自愿接受诊疗及随访;⑤预计生存时长 > 6 个月;⑥患者对本研究知情同意。排除标准:①既往有 HCC 病史、抗癌治疗史、肝脏手术/移植史;②存在 TACE 及 CECT 使用禁忌证;③治疗期间死亡或 TACE 术后合并危及生命的严重并发症;④存在胆管细胞性、混合型等其他病理类型肝癌;⑤合并器质性病变、其他恶性肿瘤、凝血障碍、免疫疾病、全身感染、脏器功能不全、精神疾病等;⑥中途失访、退出研究或随访未获得明确结果。在 2021 年 9 月至 2024 年 10 月期间于兰州市第二人民医院最终遴选出符合本研究纳排标准的 HCC 患者共 106 例,符合最低样本量要求。

本研究经兰州市第二人民医院医学伦理委员会审批(2021-L-015)。

1.2 方法

1.2.1 TACE 治疗 治疗前行肿瘤标志物、血常规、肝肾功能、凝血功能、心肺功能、甲胎蛋白等常规检查,排除禁忌证,待各项指标稳定后预约 TACE 治疗时间。治疗前行 CECT 检查明确病灶大小、位置等基本特征后制订手术方案。术前禁水禁食 8 h,碘过敏试验阴性,入室后取仰卧位,常规消毒、铺巾,2%利多卡因行局部麻醉,经皮应用 Seldinger 法成功穿刺右侧股动脉后置入导丝及 5 F 导管鞘,在导丝引导下经鞘置入导管并注入造影剂(碘海醇 200~400 mL,流速 2~3 mL/s),明确肿瘤生长及其供血动脉情况;随后将造影导管及微导管超选进入肿瘤供血靶血管,经造影证实后固定导管鞘,先推注肝素生理盐水 20 mL 预防凝血,再选择洛铂 40 mg、表柔比星 20 mg 与 20 mL 碘化油(碘油:水=4:1)的混合剂注入靶血管进行栓塞,一般灌注时间 ≥ 20 min;注药完毕后再次造影,若栓塞效果不满意可适当予以明胶海绵颗粒填塞,直至造影肿瘤内碘油聚集良好,靶血管血流缓慢且肿瘤染色消失;最后撤出导管,穿刺点加压包扎 6~8 h,下肢制动 24 h。术后予以补液、保肝、止血、止疼、抗炎、止吐、抑酸等常规治疗,6 个月后复查 CECT,确定后续治疗方案。

1.2.2 CECT 扫描 TACE 治疗前及治疗后 6 个月均行 CECT 检查。检查前准备及体位同上,指导患者呼吸训练,应用双源 CT 机(德国西门子公司, SOMATOM Force)先行常规上腹部平扫,参数:管电压 120 kV,管电流 200 mA,螺距 0.965,矩阵 512 $\times$ 512,层厚 5 mm,层距 5 mm。然后行增强 CT

扫描,于肘前静脉处以 3.0 mL/s 速率使用高压注射器注入 1 mL/kg 碘普罗胺(国药准字 H20249689,浙江莎普爱思药业股份有限公司,100 mL:76.89 g),自动触发后以 150 Hu 阈值分别延迟 30、60 s 屏气行动、门静脉期扫描。将扫描图像传送至后处理工作站,以重建层厚 1 mm,间隔 3 mm 的参数通过最大密度投影、多平面重建等处理图像,由 2 位高年资影像科医师阅片并获得统一诊断结果,选择病灶最大且清晰的层面勾画感兴趣区 ROI(须包含全部病灶实质),注意避开大血管、坏死、碘油沉积区,生成时间-密度曲线,计算病灶强化达峰时间(TP)、强化峰值(PH)、病灶与主动脉强化峰值之比(M/A)、灌注值(病灶单位体积的血流量)。治疗前后 ROI 的勾画尽量选择同一区域,测量 3 次取平均值。

1.2.3 疗效评估 TACE 治疗后随访 6 个月参照 WHO 发布的 mRECIST 标准^[13]判定疗效,以 CECT 示全部病理淋巴结短轴缩小至 < 10 mm、基线病灶缩小(以最大直径之和变化计算) $\geq 30\%$ 、缩小 $< 30\%$ 或增大 $< 20\%$ 、增大 $\geq 20\%$ 或出现新病灶分别定义为完全缓解、部分缓解、疾病稳定、疾病进展。将符合完全缓解、部分缓解标准者纳入有效组,疾病稳定、疾病进展标准者纳入无效组。同时于医院信息管理系统中收集 2 组患者的基线资料,包括性别、年龄、体质量指数、烟酒史、有无易感病毒感染、有无肝硬化、病程、肿瘤位置、多发肿瘤占比、肿瘤直径、中国肝癌临床分期(China Liver Cancer Staging, CNLC)分期、Child-Pugh 分级、实验室指标(甲胎蛋白、凝血酶原时间、白蛋白、白细胞计数、总胆红素、谷丙转氨酶)。

1.3 观察指标

比较 106 例 HCC 患者 TACE 治疗前后 CECT 参数水平的差异。随访 6 个月,统计 106 例患者 HCC 患者 TACE 治疗的临床疗效。根据疗效结果分为有效组、无效组,比较 2 组基线资料及 CECT 参数水平的差异,并应用受试者工作特征(ROC)曲线及曲线下面积(AUC)分析上述参数治疗前后参数变化值与疗效的关系。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 28.0 进行数据统计分析。所有数据均通过 Kolmogorov-Smirnov 检验评估正态性,文中所有计量资料均符合正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 t 检验;计数资料以例(%)表示,采用 χ^2 检验;疗效评估价值采用 ROC 分析,分别以 AUC 值 0.00~

<0.50 、 $\geq 0.50 \sim 0.70$ 、 $>0.70 \sim 0.90$ 、 $>0.90 \sim 1.00$ 为无价值、评估价值差、良、优。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 TACE 治疗前后 CECT 参数水平比较

与治疗前比较,106 例 HCC 患者 TACE 治疗后 CECT 参数 TP 延长($P < 0.05$),PH、M/A、灌注值降低($P < 0.05$)。见表 1、图 1~2。

2.2 TACE 疗效统计

术后随访 6 个月,106 例行 TACE 治疗的 HCC 患者中完全缓解者 20 例(18.87%)、部分缓解者 52 例(49.05%)、疾病稳定者 22 例(20.75%)、疾病进展者 12 例(11.32%),总有效率 67.92%(72/106),据此分为有效组($n = 72$)及无效组($n = 34$)。

2.3 有效组及无效组基线资料比较

有效组及无效组性别、年龄、体质量指数等基线资料比较差异无统计学意义($P > 0.05$);有效组 Child-Pugh 分级中 B 级占比低于无效组($P < 0.05$)。见表 2。

2.4 有效组及无效组 CECT 参数水平比较

治疗前后两组 TP、M/A 水平比较差异无统计学意义($P > 0.05$);与治疗前相比,治疗后有效组 PH、灌注值水平均降低($P < 0.05$),无效组升高($P < 0.05$),且有效组均低于无效组($P < 0.05$)。见表 3。

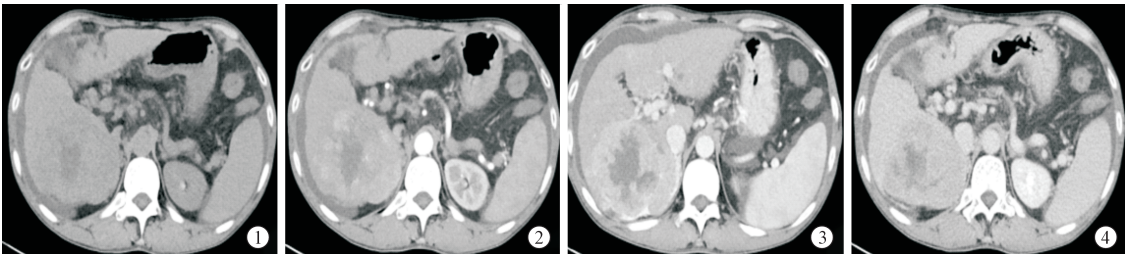
2.5 CECT 参数变化值与 TACE 临床疗效的关系分析

以无效组为阳性对照,有效组为阴性对照绘制 ROC 曲线,结果显示 CECT 参数 Δ PH、 Δ 灌注值单

表 1 TACE 治疗前后 CECT 参数水平比较($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Comparison of CECT parameters before and after TACE ($\bar{x} \pm s$)

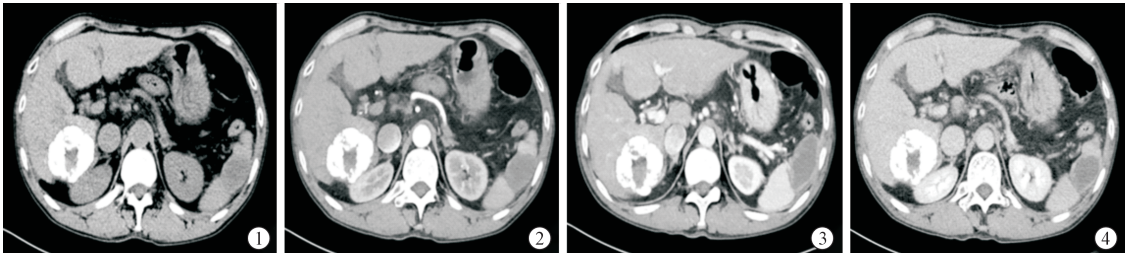
组别	例数	TP(s)	PH	M/A	灌注值[mL/(min·mL)]
治疗前	106	76.46 ± 26.29	54.14 ± 12.28	0.23 ± 0.08	0.28 ± 0.12
治疗后	106	87.13 ± 23.87	41.68 ± 10.67	0.19 ± 0.11	0.15 ± 0.10
t 值		3.094	7.905	3.028	8.568
P 值		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05



①常规上腹部平扫示肝右后叶下段巨大占位,病灶径线 10.1 cm×7.8 cm×8.5 cm,内见液化坏死;②动态增强 CT 三期扫描中动脉期示病灶明显不均匀强化,其内液化坏死部分未见明显强化;③门脉期示病灶周围强化更明显,中央液化坏死部分未见明显强化;④延迟期示病灶周围强化明显减低,呈低密度改变,中心液化坏死部分未见强化

图 1 HCC 患者 TACE 治疗前 CECT 影像图

Figure 1 CECT images of HCC patients before TACE



①常规上腹部平扫示肝右后叶病灶周围碘油沉积良好,病灶径线约为 5.2 cm×3.5 cm×4.1 cm;②~④动态增强 CT 三期扫描中均显示病灶未见明显强化

图 2 HCC 患者 TACE 治疗后 6 个月 CECT 影像图

Figure 2 CECT images of HCC patients 6 months after TACE

表 2 有效组及无效组基线资料比较[($\bar{x} \pm s$), 例(%)]

Table 2 Comparison of baseline data between effective group and ineffective group[($\bar{x} \pm s$), case(%)]

指标	有效组($n=72$)	无效组($n=34$)	t/χ^2 值	P 值
性别			0.722	0.396
男	36(50.00)	20(58.82)		
女	36(50.00)	14(41.18)		
年龄(岁)	56.78 $\pm$ 5.78	58.14 $\pm$ 5.27	1.162	0.248
体质量指数(kg/m ²)	22.89 $\pm$ 1.24	23.28 $\pm$ 1.19	1.531	0.129
烟酒史	27(37.50)	11(32.35)	0.266	0.606
乙肝病毒感染	61(84.72)	28(82.35)	0.096	0.756
肝硬化	34(47.22)	12(35.30)	1.338	0.247
病程(d)	14.76 $\pm$ 3.41	15.94 $\pm$ 3.17	1.700	0.092
肿瘤位置			0.214	0.898
左肝	15(20.83)	6(17.65)		
右肝	52(72.22)	26(76.47)		
全肝	5(6.95)	2(5.88)		
肿瘤多发	32(44.44)	18(52.94)	0.669	0.413
肿瘤直径(cm)	7.24 $\pm$ 0.92	7.48 $\pm$ 0.64	1.371	0.173
CNLC 分期			2.375	0.498
Ib 期	6(8.33)	3(8.82)		
IIa 期	20(27.78)	12(35.30)		
IIb 期	30(41.67)	9(26.47)		
IIIa 期	16(22.22)	10(29.41)		
Child-Pugh 分级			20.063	<0.05
A 级	54(75.00)	10(29.41)		
B 级	18(25.00)	24(70.59)		
甲胎蛋白(ng/mL)	94.97 $\pm$ 21.74	98.43 $\pm$ 18.46	0.801	0.425
凝血酶原时间(s)	12.28 $\pm$ 1.87	12.69 $\pm$ 1.76	1.073	0.286
白蛋白(g/L)	37.27 $\pm$ 5.41	35.85 $\pm$ 5.24	1.274	0.206
白细胞计数($\times 10^9/L$)	6.81 $\pm$ 3.06	6.37 $\pm$ 3.12	0.687	0.494
总胆红素($\mu\text{mol/L}$)	14.21 $\pm$ 5.87	15.42 $\pm$ 5.33	1.019	0.310
谷丙转氨酶(U/L)	38.47 $\pm$ 15.26	40.54 $\pm$ 12.49	0.689	0.492

独及联合评估 HCC 患者 TACE 临床疗效的 AUC 分别为 0.864、0.829、0.918($P<0.05$),且以联合检测的灵敏度、特异度最高。见表 4、图 3。

表 3 有效组及无效组治疗前后 CECT 参数水平及变化值比较[($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Comparison of CECT parameters and changes value between effective group and ineffective group before and after treatment ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	TP(s)		Δ TP(s)	PH		Δ PH
		治疗前	治疗后		治疗前	治疗后	
有效组	72	78.42 $\pm$ 24.86	84.38 $\pm$ 22.93	5.48 $\pm$ 2.53	57.03 $\pm$ 10.56	42.57 $\pm$ 7.53 [*]	15.58 $\pm$ 3.22
无效组	34	81.79 $\pm$ 25.73	78.09 $\pm$ 27.42	4.79 $\pm$ 2.14	53.91 $\pm$ 11.54	62.34 $\pm$ 4.02 [*]	10.00 $\pm$ 4.13
t 值		0.644	1.237	1.374	1.378	14.350	7.587
P 值		0.521	0.219	0.172	0.171	<0.05	<0.05
组别	例数	M/A		Δ M/A	灌注值[mL/(min·mL)]		Δ 灌注值 [mL/(min·mL)]
		治疗前	治疗后		治疗前	治疗后	
有效组	72	0.23 $\pm$ 0.08	0.20 $\pm$ 0.05	0.025 $\pm$ 0.018	0.25 $\pm$ 0.11	0.14 $\pm$ 0.06 [*]	0.142 $\pm$ 0.040
无效组	34	0.21 $\pm$ 0.07	0.21 $\pm$ 0.06	0.019 $\pm$ 0.021	0.24 $\pm$ 0.12	0.32 $\pm$ 0.02 [*]	0.081 $\pm$ 0.051
t 值		1.249	0.900	1.770	0.424	17.015	6.694
P 值		0.215	0.370	0.080	0.672	<0.05	<0.05

与同组治疗前比较, ^{*} $P<0.05$

2.6 HCC 患者 TACE 疗效的影响因素分析

以疗效为因变量(无效 = 1,有效 = 0),Child-Pugh 分级(B 级 = 1,A 级 = 0)、合并乏血供肿瘤(最佳截断值由 AUC 获取,△PH、△灌注值任一指标 ≤ 截断值即可定义 = 1,否则 = 0)为自变量行多因素 logistic 回归分析,结果显示,Child-Pugh 分级 B 级 = 1、合并乏血供肿瘤是影响 HCC 患者 TACE 疗效的危险因素($P<0.05$)。见表 5。

3 讨论

近年来,HCC 发生率呈现逐年升高及年轻化的趋势^[14],严重威胁患者的生命健康。研究指出,这一现状产生的原因与 HCC 病情早期隐匿性及快速进展性密切相关,故临床以生存时间更短的中晚期患者更为常见。Du 等^[15]也发现,肝动脉对肿瘤组织的血供是超过 90%中晚期患者病情进展的关键,故基于此建立的 TACE 成为此类患者治疗的主要手段。

TACE 一方面可通过化疗药物直接作用于肿瘤细胞生长的不同环节来抑制或杀灭细胞,另一方面还能以栓塞剂阻断肝动脉及其分支血管对肿瘤组织的供血使其出现缺血缺氧性坏死,从侧面发挥抑制肿瘤生长的作用,提高患者的生存率^[16]。但 TACE 作为一种姑息治疗手段,多次重复使用方可确保临床疗效,因此术后病灶残余及活性的准确评估显得格外重要。数字减影血管造影是公认的 HCC 诊断及疗效评估的金标准,但因存在有创性、重复性差、患者依从性低的劣势,早期实际应用较为有限^[17],故临床将应用的焦点转入无创的影像学技术层面。现阶段主要采用 CT、磁共振检查用于

表 4 CECT 参数变化值与 TACE 临床疗效的关系分析

Table 4 Relationship between changes of CECT parameters and clinical curative effect of TACE								
指标	AUC	标准误差	95%CI	P	截断值	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数
△PH	0.864	0.044	0.785~0.944	<0.05	12.375	85.29	86.11	0.714
△灌注值	0.829	0.043	0.745~0.913	<0.05	0.125	82.35	83.33	0.657
联合检测	0.918	0.030	0.859~0.978	<0.05	-	91.17	88.89	0.801

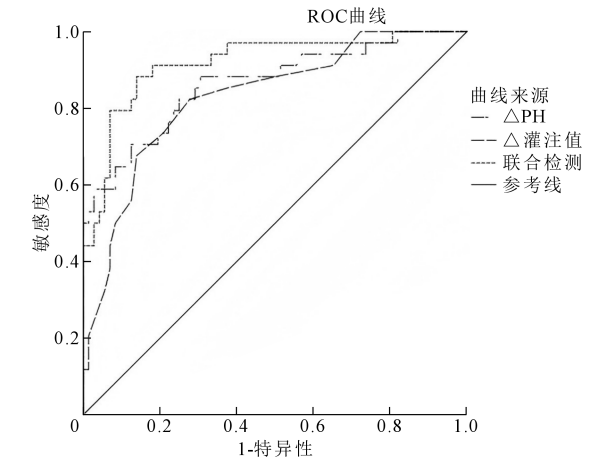


图 3 CECT 参数变化值评估 TACE 临床疗效的 ROC 图
Figure 3 ROC curves about changes of CECT parameters evaluating clinical curative effect of TACE

表 5 HCC 患者 TACE 疗效的影响因素分析

Table 5 Influencing factors of TACE curative effect in HCC patients						
自变量	β 值	SE 值	Wald χ ²	OR 值	95%CI	P 值
Child-Pugh 分级 B 级	0.356	0.122	8.515	1.428	1.124~1.813	<0.05
合并乏血供肿瘤	0.578	0.214	7.295	1.782	1.172~2.711	<0.05

TACE 疗效的评估,但由于磁共振存在费用高、检查时间长、噪音大、造影剂风险、对患者呼吸配合度要求高、资源有限等缺点,临床更多选用 CT 检查^[18]。

常规 CT 平扫主要利用 X 线在人体不同组织的衰减原理来获取肝脏组织图像,清晰显示肿瘤位置、形态、大小、形态、密度等特征,但其分辨率低,易漏诊残余微小病灶而影响疗效的判断,整体诊断效能较差,且对于肿瘤内部血供及血流灌注状态的评估也存在一定局限^[19]。朱继兰等^[20]认为,肿瘤的生物学改变可间接反映形态学改变,而 HCC 的发生发展均与血管变化密切相关,TACE 又主要作用于肿瘤的供血靶向动脉,故观察肿瘤内部血供状况对于监测疗效具有一定的价值。在平扫基础上发展而来的 CECT 便是具有此功效的检查工具,其可通过向血管内注射对比剂来提高图像分辨率,并利用动态扫描及三维重建技术准确捕获各期强化时间,获

得多方位容积数据,可更精确、直观地显示病灶增强动态变化特征,从而有效提高肿瘤血管形态、密度、内部血流情况及与肝动脉血管结构的关系等评估的准确性,进而指导临床治疗^[21]。

TP、PH、M/A、灌注值为常见 CECT 定量参数,其中 TP 主要用于评估血流速度,且与之成反比;PH 反映血流强度,其水平越高,血管内血流越丰富;M/A、灌注值均与肿瘤内部血供相关,血流灌注越高,M/A、灌注值水平越高^[22]。在本研究中,106 例 HCC 患者经 TACE 治疗后 TP 水平上升,PH、M/A、灌注值水平均下降,表明 TACE 治疗可显著改善患者肿瘤内部血流动力学,减少血供,抑制病灶生长;随访 6 个月后的疗效评估结果也发现 TACE 治疗总有效率达 67.92% (72/106),略高于冯坤鹏等^[23]报道的有效率(65.07%),这可能与 2 项研究随访时间、纳入患者数量不同相关,但均证实了 TACE 治疗 HCC 患者的疗效。本研究疗效分组结果发现,治疗后 PH、灌注值水平有效组均低于治疗前,无效组均高于治疗前,且有效组均低于无效组,而有效组△PH、△灌注值水平均高于无效组,提示 CECT 定量参数也可能与 HCC 患者 TACE 的临床疗效相关,原因在于肿瘤增殖、侵袭的病理基础为新生血管生长,而 TACE 治疗后,为肿瘤细胞供给营养的靶向血管栓塞,导致 PH、灌注值水平显著下降,新生血管减少,肿瘤恶性行为降低,最终导致病灶缩小,因而疗效更佳。此外,本研究 ROC 分析结果显示,△PH、△灌注值单独及联合评估 HCC 患者 TACE 临床疗效的 AUC 分别为 0.864、0.829、0.918,证实了 CECT 参数对 HCC 患者 TACE 疗效评估的价值,且以联合检测诊断灵敏度更高,可知以△PH、△灌注值≤截断值为代表的乏血供肿瘤是 TACE 疗效的影响因素。临床可通过监测 TACE 治疗前后上述 CECT 参数的变化来有效预测疗效,为后续治疗方案的制订提供有利依据,如当参数变化值提示 TACE 治疗效果较差时,优先采用靶向及免疫检查点抑制剂联合治疗替代多次 TACE 治疗。然而,本研究还显示,两组治疗前后 TP、M/A 水平及△TP、△M/A 比较差异均无统计学意义,与刘儒

鹏等^[22]研究结果一致,这可能是由于 TP、M/A 不仅与肿瘤血流动力学存在一定关联,还受患者个体心率、循环状态及注射速率、造影剂浓度等因素影响,使得参数变化较不稳定而产生上述结果。关于 TP、M/A 与 TACE 疗效的关系仍需进一步研究。此外,本研究 logistic 回归分析发现,Child-Pugh 分级 B 级也是影响 TACE 患者疗效的危险因素,这可能是 B 级肝功能损伤程度较 A 级更严重,肝脏储备功能更差,故预后更差。Kolligs 等^[8]也证实了这一结论,其还指出凝血功能、以 TACE 为中心的综合治疗等也与 TACE 的疗效相关,结果有待进一步验证。

本研究创新点:①采用 CECT 定量参数分析 HCC 患者 TACE 疗效,结果更客观、准确;②选择 PH、灌注值分析与 TACE 疗效的关系,为评估 TACE 疗效提供了新指标;③选择参数 TACE 治疗前后的变化值进行分析,相比于单一时间点指标数据,可更好消除个体间基线差异的干扰,提高统计功效,研究结果更加可靠。本研究局限性:①样本来源单一,导致结果难以推广到更广泛群体;②样本量相对较小,可能影响结果的精度;③缺乏近期随访资料,可能导致评估滞后产生的结论偏差。这些问题有待今后进一步研究解决。

综上所述,CECT 参数 PH、灌注值联合预测可在 HCC 患者 TACE 疗效的预测中发挥重要作用。相信随着对 TACE 研究的深入,其疗效会越来越,为 HCC 患者带来更多福音。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

- [1] Singal AG, Ng M, Kulkarni A. Advancing surveillance strategies for hepatocellular carcinoma: a new era of efficacy and precision[J]. J Clin Exp Hepatol, 2024, 14: 101448.
- [2] 杜芳,王娟,刘士岳,等. RDH16 在肝细胞肝癌中的表达及预后分析[J]. 分子诊断与治疗杂志, 2025, 17: 898-901, 910. Du F, Wang J, Liu SY, et al. The analysis of RDH16 expression and prognosis in hepatocellular carcinoma[J]. J Mol Diagn Ther, 2025, 17: 898-901, 910.
- [3] Zen Y. Intrahepatic cholangiocarcinoma: typical features, uncommon variants, and controversial related entities[J]. Hum Pathol, 2023, 132: 197-207.
- [4] Yu HB, Hu JQ, Han BJ, et al. Combinatorial treatment with traditional medicinal preparations and VEGFR-tyrosine kinase inhibitors for middle-advanced primary liver cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. PLoS One, 2024, 19: e0313443.
- [5] 贾军梅,任江珊,张燎云. 肝癌靶向治疗前肝损伤的现状 & 处理策略[J]. 中华肝脏病杂志, 2023, 31: 1133-1136. Jia JM, Ren JS, Zhang LY. Current status and treatment strategies for liver injury before targeted immunotherapy for liver cancer[J]. Chin J Hepatol, 2023, 31: 1133-1136.
- [6] 吴文清,谢聪颖,江龙委,等. 肿瘤特异性个体化多靶点 DC-CIK 治疗原发性肝癌的临床疗效与安全性[J]. 中国肿瘤生物治疗杂志, 2024, 31: 907-912. Wu WQ, Xie CY, Jiang LW, et al. Clinical efficacy and safety of tumor-specific individualized multi-target DC-CIK therapy for primary liver cancer[J]. Chin J Cancer Biother, 2024, 31: 907-912.
- [7] 毕孝杨,邱瑞珍,杨福军,等. 炎症预后指数联合双源 CT 灌注成像对肝癌 TACE 术后早期反应预测价值的临床研究[J]. 介入放射学杂志, 2025, 34: 37-47. Bi XY, Qiu RZ, Yang FJ, et al. Clinical value of inflammatory prognostic index combined with dual-source CT perfusion imaging in predicting early response of hepatocellular carcinoma after transcatheter hepatic artery chemoembolization[J]. J Interv Radiol, 2025, 34: 37-47.
- [8] Kolligs F, Arnold D, Golfieri R, et al. Factors impacting survival after transarterial radioembolization in patients with hepatocellular carcinoma: Results from the prospective CIRT study[J]. JHEP Rep, 2023, 5: 100633.
- [9] 肝癌术后辅助治疗中国专家共识协作组,中国医师协会外科医师分会,中国抗癌协会肝癌专业委员会,等. 肝癌术后辅助治疗中国专家共识(2023 版)[J]. 中华消化外科杂志, 2023: 437-448. Alliance of Chinese Expert Consensus on Postoperative Adjuvant Therapy for Hepatocellular Carcinoma, Chinese College of Surgeons, Committee of Liver Cancer, Chinese Anti-Cancer Association, et al. Chinese expert consensus on postoperative adjuvant therapy for hepatocellular carcinoma (2023 edition)[J]. Chin J Dig Surg, 2023: 437-448.
- [10] 吴水天. CT 增强扫描在评估原发性肝细胞肝癌 TACE 术后疗效中的应用[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2022, 20: 91-93. Wu ST. Application of contrast-enhanced CT scan in curative effect evaluation of primary hepatocellular carcinoma after TACE[J]. Chin J CT MRI, 2022, 20: 91-93.
- [11] 中华人民共和国国家卫生健康委员会医政医管局. 原发性肝癌诊疗规范(2019 年版)[J]. 临床肝胆病杂志, 2020, 36: 277-292. Bureau of Medical Administration, National Health Commission of the People's Republic of China. Guidelines for diagnosis and treatment of primary liver cancer in China(2019 edition)[J]. Chin J Clin Hepatol, 2020, 36: 277-292.
- [12] 中国医师协会介入医师分会临床诊疗指南专委会. 中国肝细胞癌经动脉化疗栓塞(TACE)治疗临床实践指南(2023 年版)[J]. 中华医学杂志, 2023, 103: 2674-2694. Clinical Guidelines Committee of Chinese College of Interventionalists. Chinese clinical practice guidelines for

- transarterial chemoembolization of hepatocellular carcinoma (2023 edition)[J]. Natl Med J China, 2023, 103: 2674-2694.
- [13] Lencioni R, Llovet JM. Modified RECIST (mRECIST) assessment for hepatocellular carcinoma[J]. Semin Liver Dis, 2010, 30: 52-60.
- [14] Singal AG, Kanwal F, Llovet JM. Global trends in hepatocellular carcinoma epidemiology: implications for screening, prevention and therapy[J]. Nat Rev Clin Oncol, 2023, 20: 864-884.
- [15] Du JS, Hsu SH, Wang SN. The current and prospective adjuvant therapies for hepatocellular carcinoma[J]. Cancers (Basel), 2024, 16: 1422.
- [16] Chen YW, Zhang JL, Hu WD, et al. Envafolelimab plus lenvatinib and transcatheter arterial chemoembolization for unresectable hepatocellular carcinoma: a prospective, single-arm, phase II study[J]. Signal Transduct Target Ther, 2024, 9: 280.
- [17] 韩立, 张成, 安东均, 等. MRI-弥散加权成像技术及增强扫描在肝癌经导管动脉栓塞化疗术后疗效评估中的应用[J]. 癌症进展, 2023, 21: 2074-2077.
- Han L, Zhang C, An DJ, et al. Application of MRI-diffusion weighted imaging and enhancement scan in evaluating postoperative efficacy of transcatheter arterial chemoembolization for liver cancer[J]. Oncol Prog, 2023, 21: 2074-2077.
- [18] 龚娜, 朱冰洁, 余佩君, 等. CT 动脉增强分数与肝癌 TACE 治疗效果的相关性研究[J]. CT 理论与应用研究, 2023, 32: 67-73.
- Gong N, Zhu BJ, Yu PJ, et al. Correlation between arterial enhancement fraction on CT and efficacy of transcatheter arterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma[J]. Comput Tomogr Theory Appl, 2023, 32: 67-73.
- [19] 孙宏岗, 孙达凯, 王广平. 计算机断层扫描对肝癌介入手术治疗效果和肿瘤活性及预后的评价[J]. 中国肿瘤临床与康复, 2022, 29: 291-294.
- Sun HG, Sun DK, Wang GP. Efficacy of CT scan in evaluation of postoperative efficacy, tumor activity and prognosis in patients undergoing interventional procedure for liver cancer[J]. Chin J Clin Oncol Rehabil, 2022, 29: 291-294.
- [20] 朱继兰, 赵霞, 王市伟, 等. 多参数磁共振成像联合 CT 动态增强对晚期肝细胞癌免疫治疗疗效的预测价值[J]. 肝脏, 2024, 29: 1040-1046.
- Zhu JL, Zhao X, Wang SW, et al. The predictive value of multiparametric magnetic resonance imaging combined with CT dynamic enhancement on the efficacy of immunotherapy for patients with advanced hepatocellular carcinoma[J]. Chin Hepatol, 2024, 29: 1040-1046.
- [21] Hu WC, Cao GH, Ye SL, et al. Quantitative analysis with multiphase contrast-enhanced computed tomography to evaluate residual tumor activity of hepatocellular carcinoma after DEB-TACE [J]. Medicine (Baltimore), 2023, 102: e34054.
- [22] 刘儒鹏, 陈美玲. CTPI 灌注参数联合增强 CT 在原发性肝癌患者 TACE 术后评估中的应用[J]. 中国医学工程, 2022, 30: 94-97.
- Liu RP, Chen ML. Application of CTPI perfusion parameters combined with enhanced CT in evaluation of patients with primary liver cancer after TACE[J]. China Med Eng, 2022, 30: 94-97.
- [23] 冯坤鹏, 王兴龙, 董备, 等. 肝癌 TACE 前后癌灶及癌旁 CT 灌注成像血流定量变化及指导疗效评估的价值[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2024, 22: 102-105.
- Feng KP, Wang XL, Dong B, et al. Quantitative changes of blood flow in focal and Para-cancerous CT perfusion imaging in liver cancer before and after tace and evaluation value in curative effect[J]. Chin J CT MRI, 2024, 22: 102-105.

(收稿日期: 2025-06-09)

(本文编辑: 元 禾)