



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.240359
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.240359
China Journal of General Surgery, 2025, 34(1):160-165.

· 简要论著 ·

能谱CT联合肿瘤标志物检测在肝细胞癌患者TACE术后随访中的应用价值

张倍宁¹, 王江业¹, 颜克松¹, 孙国良¹, 马克文¹, 谢凡¹, 王文娜², 马娅琼², 郑宁刚¹

(甘肃省人民医院 1. 肿瘤介入科 2. 放射科, 甘肃 兰州 730000)

摘要

背景与目的: 肝动脉化疗栓塞 (TACE) 是中晚期肝细胞癌 (HCC) 患者的主要治疗方法之一。然而术后的复发率较高, 且缺乏有效的监测手段来评估治疗效果和预测复发风险。能谱CT作为一种新兴的影像学技术, 能够更全面地反映组织特性, 提高对肿瘤的检测能力和诊断准确性。结合血清标志物甲胎蛋白 (AFP) 和铁蛋白 (FER), 可能会进一步提高HCC患者TACE术后随访的效果。本研究探讨了能谱CT结合血清AFP和FER在HCC患者接受TACE术后随访中的作用价值。

方法: 回顾性收集甘肃省人民医院肿瘤介入科2022年1月—12月93例TACE治疗后采用宝石能谱CT检测的HCC患者的临床资料。分别测量和对比患者动、静脉期残留肿瘤组织、凝固性坏死区和正常肝脏组织的碘浓度 (IC), 计算各个时相的IC差异 (ICD) 以及动、静脉期肿瘤组织或凝固性坏死区与正常肝脏组织的病灶对比度 (LNR)。并进行血清AFP和FER水平检测。

结果: 能谱CT扫描结果显示, 动脉期, 凝固性坏死区的中位IC为1.41 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$, 肿瘤组织为0.79 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$, 肝脏组织为0.27 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$, 两两比较, 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.0001$); 静脉期, 凝固性坏死区的中位IC为1.29 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$, 肿瘤组织为0.59 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$, 肝脏组织为1.59 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$, 肝脏组织中位IC明显高于另两者 (均 $P < 0.0001$), 但凝固性坏死区与肝脏组织间差异无统计学意义 ($P = 0.123$)。凝固性坏死区的中位ICD小于肿瘤组织 (0.006 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ vs. 0.201 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$), 但差异无统计学意义 ($P = 0.50$), 但肝脏组织与肿瘤组织, 肝脏组织与凝固性坏死区的ICD差异有统计学意义 (均 $P < 0.0001$)。动、静脉期凝固性坏死区LNR对比肿瘤组织, 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。患者术后FER、AFP水平均较之前明显降低 (均 $P < 0.05$)。

结论: HCC患者TACE术后能谱CT参数特征结合血清AFP和FER检测, 对患者TACE术后肿瘤残留、复发有一定诊断价值, 可为患者TACE术后病情评估提供临床参考。

关键词

癌, 肝细胞; 化学栓塞, 治疗性; 能谱CT; 铁蛋白质类; 甲胎蛋白类

中图分类号: R735.7

近年来肝癌的致死率逐渐升高, 已发展成为全球致死率第三的恶性肿瘤疾病^[1-2]。按组织类型可分为肝细胞癌 (hepatocellular carcinoma, HCC)、胆管细胞癌、混合型肝癌三大类, 其中HCC在肝癌中占比超过90%, 临床中更为多见。肝癌起病

较隐匿, 早期并没有明显的临床症状, 大多数患者在确诊时已是中晚期, 因其侵袭性强、进展快、预后差, 严重危害人们的健康。经肝动脉化疗栓塞 (transcatheter arterial chemoembolization, TACE) 是不可切除的肝脏肿瘤治疗的重要选择和有效微创疗法^[3-4], 从中国肝癌分期方案 (CNLC) Ib~IIIa期得到广泛应用^[5]。作为TACE治疗后的最重要的影像学随访方法, CT检查常依据碘油缺失区的大小判断肿瘤是否复发或残留, 常不能与凝固性坏死相鉴别。而能谱CT则凭借其准确性高、无创等优

基金项目: 甘肃省自然科学基金资助项目 (22JR5RA678)。

收稿日期: 2024-07-09; **修订日期:** 2025-01-18。

作者简介: 张倍宁, 甘肃省人民医院主治医师, 主要从事外周介入方面的研究。

通信作者: 郑宁刚, Email: zhengninggang0707@163.com

势备受认可^[6-7]。甲胎蛋白(AFP)被广泛应用于HCC早期诊断和临床常规检测,其在预后疗效和复发方面具有重要应用价值,但AFP也存在假阴性,其预测效能有待提高^[8-9]。铁蛋白(FER)作为人体内的储铁蛋白质,主要分布在肝和脾等脏器中,一些恶性肿瘤如肝癌等癌细胞能合成和分泌大量FER,从而导致血清FER水平升高。本研究旨在探讨能谱CT结合血清AFP、FER在HCC患者经TACE治疗随访中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性收集2022年1—12月甘肃省人民医院肿瘤介入科TACE治疗后采用宝石能谱单能量成像(gemstone spectral imaging, GSI)检测的93例HCC患者的临床资料。TACE术后间隔时间为30 d至6个月,患者TACE治疗的次数为1~6次,栓塞剂采用碘油+表柔比星联合聚乙烯醇栓塞微球。CT扫描2周内行介入或血管造影,排除不符合测量要求的资料。

1.2 纳入及排除标准

纳入标准:(1)符合HCC诊断标准^[10];(2)行TACE治疗;(3)术前未接受手术、化疗、免疫治疗等;(4)临床资料完整。排除标准:(1)合并肾功能不全者;(2)合并感染、自身免疫性疾病者;(3)存在动脉穿刺禁忌者;(4)体内存在金属植入物者;(5)合并严重心血管疾病者;(6)合并严重呼吸系统疾病者。本研究经医院伦理委员会审核(审批号:2024-292),研究的实施过程均符合《赫尔辛基宣言》中关于伦理的要求。患者入组流程见图1。

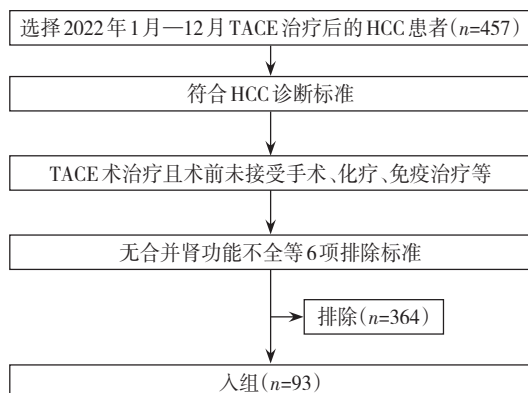


图1 病例入组流程图

1.3 方法

1.3.1 能谱CT检查 采用荷兰 Philips Healthcare IQon Spectral CT行腹部动态增强扫描,检查前1 d晚餐后开始禁食,当日清晨空腹,于检查前饮水500~1 000 mL,检查时受试者取仰卧位,自膈顶扫描至双肾下极,获取前后定位后进行腹部扫描,对比剂采用碘克沙醇(含碘320 mg/mL, GE),用量根据患者体质量计算,均为0.9 mL/kg,注射速度为3 mL/s,注射部位选取右侧手背静脉,选择膈肌层面进行smart监测层面扫描,感兴趣区选在降主动脉中心,直径取10 mm,阈值150 HU进行双期扫描,将扫描结果传导至Spectral CT Viewer工作站处理。

1.3.2 碘浓度(iodine concentration, IC)的测定 IC的测量参数包括IC差异(iodine concentration difference, ICD)和病灶对比度(lesion-to-normal parenchyma ratio, LNR)。(1)ICD:分别测量动、静脉期正常肝脏组织、肿瘤组织和凝固性坏死区的IC,计算ICD值。(2)LNR: $LNR = \frac{IC_{\text{病灶(肿瘤组织或凝固性坏死区)}}}{IC_{\text{肝脏组织}}}$

1.3.3 血清AFP、FER检测 收集研究对象TACE术前、术后5 mL空腹肘静脉血,离心(3 000 r/min, 10 min)分离血清并保存于-80 ℃。采用化学发光微粒子免疫检测法检测血清AFP, FER水平,试剂盒均采购自上海雅培爱尔兰诊断公司,操作严格按照试剂盒说明书进行。

1.4 统计学处理

采用SPSS 23.0统计学软件进行统计学分析,不同组织间和不同时相ICD和LNR的比较采用秩和检验,两两比较采用Wilcoxon符号秩检验,多组之间的比较采用Kruskal-Wallis H检验。数据不符合正态分布时,测量结果采用中位数(四分位间距)[M (IQR)]表示。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 IC测定结果

动脉期,凝固性坏死区的中位IC为1.41 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$,肿瘤组织的中位IC为0.79 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$,肝脏组织的中位IC为0.27 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$,三者间存在差异,两两比较,差异均有统计学意义(均 $P < 0.000 1$);静脉期,凝固性坏死区的中位IC为1.29 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$,肿瘤组织的中位IC为0.59 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$,肝脏组织的中位IC为

1.59 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ ，三者相互间有差异，且肝脏组织中位 IC 明显高于另两者（均 $P<0.0001$ ），但凝固性坏死区与肝脏组织间差异无统计学意义（ $P=0.123$ ）（图 2）。

2.2 ICD 及 LNR 测定结果

凝固性坏死区的中位 ICD 小于肿瘤组织 ICD（0.006 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ vs. 0.201 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ ），但差异无统计学意义（ $P=0.50$ ）；肝脏组织分别与肿瘤组织，凝固性坏死区的 ICD 差异有统计学意义（均 $P<0.0001$ ）（图 3）。在动脉期，凝固性坏死区的中位 LNR 为 5.11，与肿瘤组织（3.00）的差异有统计学意义（ $P<0.05$ ）。在静脉期，凝固性坏死区的中位 LNR 为 0.83，与肿瘤组织（0.35）的差异有统计学意义（ $P<0.0001$ ）（图 4）。

2.3 血清 AFP、FER 水平

TACE 术前 FER 明显高于术后 FER（653.21 ng/mL vs. 287.65 ng/mL ），差异有统计学意义（ $P<0.05$ ）。TACE 术前 AFP 345.67 ng/mL ，明显高于 TACE 术后 AFP 234.78 ng/mL ，差异有统计学意义（ $P<0.05$ ）（表 1）。

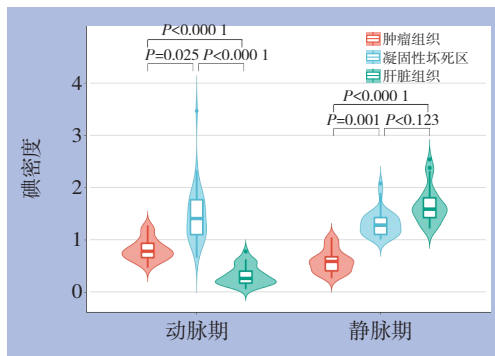


图 2 IC 测定结果

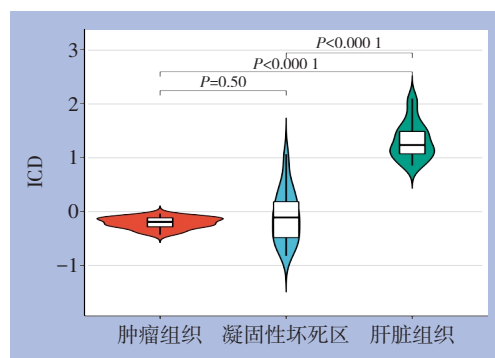


图 3 ICD 测定结果

表 1 TACE 术前及术后 FER 与 AFP 水平比较[ng/mL , $M(IQR)$]

指标	TACE 术前	TACE 术后	Z	P
FER	653.21(404.9~789.3)	287.65(149.1~567.1)	6.351	<0.05
AFP	345.67(123.8~567.9)	234.78(109.6~531.8)	2.116	<0.05

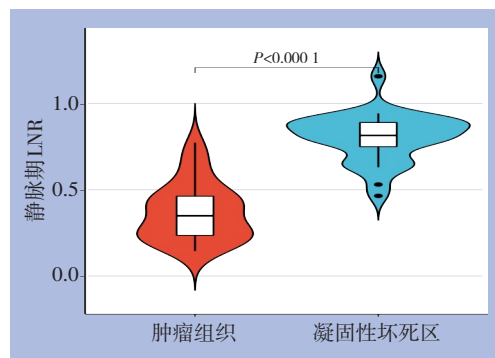
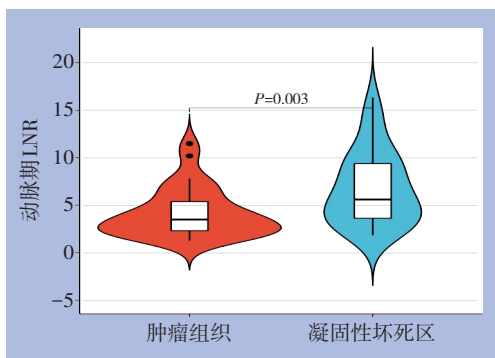


图 4 LNR 测定结果

3 讨论

HCC 在国内恶性肿瘤中病死率位居第 3 位，对于不能进行外科手术治疗的中晚期 HCC 患者，TACE 治疗可起到明显抑制肿瘤病灶生长的作用，并可延长患者的生存期^[11-12]。TACE 可使 HCC 患者生存时间明显延长，但肿瘤复发仍可在 TACE 手术

后发生，所以 TACE 手术后应定期随访患者，对疗效进行客观评价，以便及时调整治疗方案^[13-14]。本研究主要运用 GSI 技术 IC 测定法联合血清 AFP、FER，随访 TACE 术后本院诊治的 93 例 HCC 患者，为相关研究提供借鉴。

TACE 治疗后随访最常见的影像学检查是多排螺旋 CT 检查。其产生的 X 线有高能束以及低

能量线束,低能量射线容易被金属、碘油等遮挡衰减,剩余的高能射线穿透物质后形成射束硬化伪影,严重影响其周围的肿瘤、肝脏和坏死组织的观察效果。因碘油的CT值极高,常规的CT检查对病灶内碘油缺失区的定性诊断较为困难。能谱CT在处理含有高密度物质(如碘油)的图像时,可以有效减少金属伪影和束硬化伪影,从而提高图像质量并增强诊断的准确性。GSI技术利用不同物质对不同能量X射线的独特吸收特性,能够区分和量化不同的物质成分。GSI在提高图像质量、减少伪影以及增强定量分析能力等方面表现出显著的优势^[15]。GSI允许进行多参数成像,克服了传统CT的局限性,因为传统CT依赖于形态学和CT值,是一种非参数成像模式。因此,GSI实现了从形态学成像到功能成像的过渡,能更准确地评估疗效,发现TACE治疗后HCC患者的活动性残留肿瘤和复发或转移病灶,是TACE治疗HCC后疗效评估和随访的一种简单、微创、高效的成像方式。GSI还能为早期治疗提供可靠的影像学证据,有利于提高疗效和生存率^[16]。应用GSI技术扫描可在术后复查时确认肝脏组织内是否出现新的病灶组织,评估原有肿瘤病灶坏死程度,并可观察治疗后是否有肿瘤组织的残留等,其临床诊断价值较常规CT更加突出^[17-19]。本研究结果显示,动脉期肿瘤组织中位IC $0.79 \mu\text{g}/\text{mm}^3$,凝固性坏死区 $1.41 \mu\text{g}/\text{mm}^3$,肝脏组织 $0.27 \mu\text{g}/\text{mm}^3$,凝固性坏死区IC明显高于其余两者,且差异显著;同时LNR测定结果显示,凝固性坏死区与肿瘤组织分别在动、静脉期存在差异;ICD测定结果显示,肝脏组织与凝固性坏死区和肿瘤组织之间差异显著。原因分析考虑为,在TACE治疗进展期HCC的过程中,碘油与化疗药物乳化后联合聚乙烯醇栓塞微球经肝动脉栓塞肿瘤组织,化疗药物的细胞毒作用合并肿瘤组织缺血、缺氧,从而导致肿瘤细胞凋亡和组织坏死。邢古生等^[17]通过GSI技术随访32例TACE治疗后的HCC患者时发现,动脉期凝固性坏死区的中位IC明显高于肿瘤组织和肝脏组织,这与本研究结果一致。王占双^[20]通过GSI技术IC测定法测定TACE术后的56例HCC患者时发现,动脉期凝固性坏死区与肿瘤组织和肝脏组织有显著差异。Choi等^[21]对TACE术后39例患者的HCC进行分析,结果提示,GSI技术可以通过定量分析目标HCC的碘化油滞留量来预测常规经动脉化疗栓塞后的肿瘤反应。

找到能够有效评估TACE术后复发风险的生物标记,在临床上及时采取适当的治疗措施是必不可少的。AFP在评估HCC患者预后状况上有重要临床应用价值^[22-24]。研究^[25]发现,HCC患者在接受根治术治疗后,血清AFP水平的高低与其复发情况有很大关系,术后AFP高,提示预后较差。本研究结果显示,HCC患者术前血清AFP $345.67 \text{ ng}/\text{mL}$,术后血清AFP $234.78 \text{ ng}/\text{mL}$,术后较术前AFP数值明显下降,与有关报道^[26-28]结果一致。在肿瘤细胞的增殖、入侵和转移过程中,营养供给必不可少,铁是细胞代谢、复制和生长的必需元素,机体内过多的铁会通过芬顿反应催化氧化反应,产生与肝癌高危相关的高活性、毒性较强的羟基自由基^[29]。血清FER是人体中主要的铁储存蛋白,铁可诱导肝细胞系合成血清FER,其可促进肝癌细胞生长^[30-32]。本研究结果显示,HCC患者术前血清FER $653.21 \text{ ng}/\text{mL}$,术后血清FER $287.65 \text{ ng}/\text{mL}$,术后FER降低,与刘巍等^[33]研究结果一致。

综上所述,TACE治疗是一种有效的方法,对于不能进行外科手术治疗的中晚期HCC患者,能够明显抑制肿瘤病灶的生长并延长患者的生存期。然而,TACE手术后肿瘤复发的风险仍然存在,因此定期随访和客观评价疗效对于及时调整治疗方案至关重要。本研究通过GSI技术IC测定法联合血清AFP、FER随访TACE术后的HCC患者,发现GSI技术在评估肝脏组织内是否出现新的病灶、原有肿瘤病灶坏死程度以及是否有肿瘤组织残留等方面具有更高的临床诊断价值。同时,血清AFP和FER水平的下降提示了TACE治疗的有效性和预后的改善。这些结果表明,GSI技术IC测定法联合血清AFP、FER可以作为评估TACE术后HCC患者复发风险的有效手段,有助于临床上及时采取适当的治疗措施。

作者贡献声明:张倍宁负责文章撰写;郑宁刚负责实验策划;王江业、颜克松、孙国良、马克文负责数据整理;谢凡、王文娜、马娅琼负责数据收集。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] Sugawara Y, Hibi T. Surgical treatment of hepatocellular carcinoma[J]. Biosci Trends, 2021, 15(3): 138-141. doi: 10.5582/bst.2021.01094.

- [2] 姜树森, 姚红兵, 谭李军. 肝癌术前肝脏储备功能评估方法的应用与研究进展[J]. 中国普通外科杂志, 2024, 33(1):88-99. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2024.01.010.
Jiang SS, Yao HB, Tan LJ. Application and research progress of methods of preoperative liver reserve function assessment in liver cancer[J]. China Journal of General Surgery, 2024, 33(1): 88-99. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2024.01.010.
- [3] Orlacchio A, Roma S, dell'Olio V, et al. Role of Cone-Beam CT in the intraprocedural evaluation of chemoembolization of hepatocellular carcinoma[J]. J Oncol, 2021, 2021: 8856998. doi: 10.1155/2021/8856998.
- [4] 穆歌, 冯雯雯, 陈珂, 等. 经肝动脉化疗栓塞术治疗不同类型肝癌的效果[J]. 临床医学, 2024, 44(3): 12-15. doi: 10.19528/j.issn.1003-3548.2024.03.004.
Mu G, Feng WW, Chen K, et al. Efficacy of transhepatic arterial chemoembolization on different types of hepatocellular carcinoma[J]. Clinical Medicine, 2024, 44(3):12-15. doi:10.19528/j.issn.1003-3548.2024.03.004.
- [5] Xie DY, Ren ZG, Zhou J, et al. 2019 Chinese clinical guidelines for the management of hepatocellular carcinoma: updates and insights[J]. Hepatobiliary Surg Nutr, 2020, 9(4): 452-463. doi: 10.21037/hbsn-20-480.
- [6] 张旋. 能谱CT对TACE治疗原发性肝癌疗效的评估价值与常规CT的对比研究[D]. 石河子: 石河子大学, 2017.
Zhang X. A comparative study of the effect of CT on the efficacy of TACE in the treatment of primary liver cancer and conventional CT[D]. Shihezi: Shihezi University, 2017.
- [7] 张永强, 李展展, 段静, 等. 能谱CT联合VEGF预测120例肝癌TACE术后碘油沉积[J]. 安徽医药, 2024, 28(4): 714-718. doi: 10.3969/j.issn.1009-6469.2024.04.016.
Zhang YQ, Li ZZ, Duan J, et al. Application of spectral CT combined with VEGF in predicting lipiodol deposition after TACE for 120 cases of liver cancer[J]. Anhui Medical and Pharmaceutical Journal, 2024, 28(4): 714-718. doi: 10.3969/j.issn.1009-6469.2024.04.016.
- [8] Li XL, Zhu XD, Cai H, et al. Postoperative α -fetoprotein response predicts tumor recurrence and survival after hepatectomy for hepatocellular carcinoma: A propensity score matching analysis[J]. Surgery, 2019, 165(6):1161-1167. doi:10.1016/j.surg.2019.01.009.
- [9] Yeo YH, Lee YT, Tseng HR, et al. Alpha-fetoprotein: Past, present, and future[J]. Hepatol Commun, 2024, 8(5): e0422. doi: 10.1097/HCC.0000000000000422.
- [10] 中华人民共和国国家卫生健康委员会医政司. 原发性肝癌诊疗指南(2024年版)[J]. 中国普通外科杂志, 2024, 33(4):475-530. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2024.04.001.
Department of Medical Administration, National Health Commission of the People's Republic of China. Guidelines for the diagnosis and treatment of primary liver cancer(2024 edition)[J]. China Journal of General Surgery, 2024, 33(4): 475-530. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2024.04.001.
- [11] 江奇琦, 曹玉坤, 吴爱兰, 等. 能谱CT多参数成像在肝癌TACE术后随访中的初步研究[J]. 临床放射学杂志, 2018, 37(3): 518-523.
Jiang QQ, Cao YK, Wu AL, et al. Evaluation of gemstone spectral imaging in HCC patients after TACE[J]. Journal of Clinical Radiology, 2018, 37(3):518-523.
- [12] Fan WZ, Zhu BW, Chen SL, et al. Survival in patients with recurrent intermediate-stage hepatocellular carcinoma: sorafenib plus TACE vs TACE alone randomized clinical trial[J]. JAMA Oncol, 2024, 10(8):1047-1054. doi:10.1001/jamaoncol.2024.1831.
- [13] Dioguardi Burgio M, Sartoris R, Libotean C, et al. Lipiodol retention pattern after TACE for HCC is a predictor for local progression in lesions with complete response[J]. Cancer Imaging, 2019, 19(1):75. doi:10.1186/s40644-019-0260-2.
- [14] Feng LH, Zhu YY, Zhou JM, et al. Adjuvant TACE May not improve recurrence-free or overall survival in HCC patients with low risk of recurrence after hepatectomy[J]. Front Oncol, 2023, 13: 1104492. doi:10.3389/fonc.2023.1104492.
- [15] 叶晓华, 周诚, 吴国庚, 等. CT能谱单能量成像对不同肝脏肿瘤检出影响的初步探讨[J]. 中华放射学杂志, 2011, 45(8):718-722. doi:10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2011.08.003.
Ye XH, Zhou C, Wu GG, et al. Primary study on the detection of hepatic tumors with spectral CT monochromatic imaging[J]. Chinese Journal of Radiology, 2011, 45(8): 718-722. doi: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2011.08.003.
- [16] Liu QY, He CD, Zhou Y, et al. Application of gemstone spectral imaging for efficacy evaluation in hepatocellular carcinoma after transarterial chemoembolization[J]. World J Gastroenterol, 2016, 22(11):3242-3251. doi:10.3748/wjg.v22.i11.3242.
- [17] 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[J]. 中华肿瘤杂志, 2015(3): 208-212. doi: 10.3760/cma.j.issn.0253-3766.2015.03.011.
Xing GS, Wang S, Li CR, et al. Value of quantitative iodine-based material decomposition images with gemstone spectral CT imaging in the follow-up of patients with hepatocellular carcinoma after TACE treatment[J]. Chinese Journal of Oncology, 2015(3): 208-212. doi:10.3760/cma.j.issn.0253-3766.2015.03.011.
- [18] 石灿, 彭松, 梁琪. 能谱CT及其联合甲状腺球蛋白检测对良恶性甲状腺结节的诊断价值[J]. 中国普通外科杂志, 2021, 30(11): 1359-1366. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2021.11.012.
Shi C, Peng S, Liang Q. Diagnostic values of spectral CT and its combination with thyroglobulin detection for benign or malignant thyroid nodules[J]. China Journal of General Surgery, 2021, 30(11): 1359-1366. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2021.11.012.
- [19] Xu L, Yu Sun F, Xian Li G, et al. Correlation between spectral CT parameters and Ki67 expression in hepatocellular carcinoma[J]. Curr Med Imaging, 2024, 20: e15734056227641. doi: 10.2174/

- 0115734056227641231004042735.
- [20] 王占双. 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[J]. 影像研究与医学应用, 2018, 2(3):68-69. doi:10.3969/j.issn.2096-3807.2018.03.042.
- Wang ZS. Application of gemstone spectrum CT imaging Iodine content method in the follow-up of patients with hepatocellular carcinoma after transcatheter arterial chemoembolization[J]. Journal of Imaging Research and Medical Applications, 2018, 2(3): 68-69. doi:10.3969/j.issn.2096-3807.2018.03.042.
- [21] Choi WS, Chang W, Lee M, et al. Spectral CT-based iodized oil quantification to predict tumor response following chemoembolization of hepatocellular carcinoma[J]. J Vasc Interv Radiol, 2021, 32(1):16-22. doi:10.1016/j.jvir.2020.09.020.
- [22] Liu X, Meng J, Xu HQ, et al. Alpha-fetoprotein to transaminase ratio is related to higher diagnostic efficacy for hepatocellular carcinoma[J]. Medicine (Baltimore), 2019, 98(17): e15414. doi: 10.1097/MD.00000000000015414.
- [23] Tayob N, Kanwal F, Alsarraj A, et al. The performance of AFP, AFP-3, DCP as biomarkers for detection of hepatocellular carcinoma (HCC): A phase 3 biomarker study in the United States[J]. Clin Gastroenterol Hepatol, 2023, 21(2): 415-423. doi: 10.1016/j.cgh.2022.01.047.
- [24] Ren TY, Hou X, Zhang X, et al. Validation of combined AFP, AFP-L3, and PIVKA II for diagnosis and monitoring of hepatocellular carcinoma in Chinese patients[J]. Heliyon, 2023, 9(11):e21906. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e21906.
- [25] 万波, 母齐鸣, 贺伟. 肝细胞癌术后血清AFP、CA19-9、HGF水平对预后状况的影响[J]. 标记免疫分析与临床, 2020, 27(1):114-117. doi:10.11748/bjmy.issn.1006-1703.2020.01.026.
- Wan B, Mu QM, He W. The effect of serum AFP, CA19-9 and HGF levels on prognosis of patients with hepatocellular carcinoma after operation[J]. Labeled Immunoassays and Clinical Medicine, 2020, 27(1):114-117. doi:10.11748/bjmy.issn.1006-1703.2020.01.026.
- [26] 赵忠清, 胡开闯. 肝动脉栓塞术和肝动脉化疗栓塞术治疗原发性肝癌患者的临床疗效[J]. 中国药物经济学, 2020, 15(7):87-89. doi:10.12010/j.issn.1673-5846.2020.07.018.
- Zhao ZQ, Hu KC. Clinical efficacy of transcatheter arterial embolization and transcatheter arterial chemoembolization in the treatment of patients with primary liver cancer[J]. China Journal of Pharmaceutical Economics, 2020, 15(7): 87-89. doi: 10.12010/j.issn.1673-5846.2020.07.018.
- [27] 李世兴. 肝动脉栓塞介入治疗中晚期肝癌的近期疗效及对患者血浆D-二聚体水平的影响[J]. 临床医学, 2019, 39(2):19-21. doi: 10.19528/j.issn.1003-3548.2019.02.007.
- Li SX. The short-term efficacy of hepatic artery embolization intervention in the treatment of advanced liver cancer and its impact on plasma D-dimer levels in patients[J]. Clinical Medicine, 2019, 39(2):19-21. doi: 10.19528/j.issn.1003-3548.2019.02.007.
- [28] 徐武军, 刘城, 尧丽. TACE中应用洛铂对原发性肝癌患者血生化及血清AFP水平的影响[J]. 四川生理科学杂志, 2024, 46(11): 2585-2587.
- Xu WJ, Liu C, Yao L. Influence of lobaplatin combined with TACE on blood biochemistry and serum AFP and TSGF levels in patients with primary liver cancer[J]. Sichuan Journal of Physiological Sciences, 2024, 46(11):2585-2587.
- [29] 赵静媛, 李文, 陈展洪, 等. 血清铁蛋白与原发性肝癌预后的相关性分析[J]. 中华肝脏外科手术学电子杂志, 2021, 10(3):318-321. doi:10.3877/cma.j.issn.2095-3232.2021.03.018.
- Zhao JY, Li W, Chen ZH, et al. Correlation between serum ferritin and clinical prognosis of patients with primary liver cancer[J]. Chinese Journal of Hepatic Surgery: Electronic Edition, 2021, 10(3):318-321. doi: 10.3877/cma.j.issn.2095-3232.2021.03.018.
- [30] Bian ZY, Hann HW, Ye Z, et al. Ferritin level prospectively predicts hepatocarcinogenesis in patients with chronic hepatitis B virus infection[J]. Oncol Lett, 2018, 16(3): 3499-3508. doi: 10.3892/ol.2018.9099.
- [31] 熊晏, 龙黎, 张卿, 等. 联合检测血清铁蛋白和甲胎蛋白在原发性肝癌患者中应用效果的研究[J]. 贵州医药, 2024, 48(8):1195-1197. doi:10.3969/j.issn.1000-744X.2024.08.005.
- Xiong Y, Long L, Zhang Q, et al. Effect of combined detection of serum ferritin and alpha-fetoprotein in patients with primary liver cancer[J]. Guizhou Medical Journal, 2024, 48(8):1195-1197. doi: 10.3969/j.issn.1000-744X.2024.08.005.
- [32] 李彤, 孙长俭, 张乐. 血清铁蛋白和甲胎蛋白联合检测原发性肝癌的诊断分析[J]. 当代医学, 2021, 27(4):38-40. doi:10.3969/j.issn.1009-4393.2021.04.013.
- Li T, Sun CJ, Zhang L. Diagnostic value of combined detection of serum ferritin and alpha fetoprotein in primary liver cancer[J]. Contemporary Medicine, 2021, 27(4): 38-40. doi: 10.3969/j.issn.1009-4393.2021.04.013.
- [33] 刘巍, 温春阳, 王爱平, 等. 肝癌患者微创治疗前后血清AFP、SF、DCP水平变化与预后的相关性[J]. 中国老年学杂志, 2014(23): 6630-6631. doi:10.3969/j.issn.1005-9202.2014.23.042.
- Liu W, Wen CY, Wang AP, et al. The correlation between changes in serum AFP, SF, DCP levels and prognosis in liver cancer patients before and after minimally invasive treatment[J]. Chinese Journal of Gerontology, 2014(23): 6630-6631. doi: 10.3969/j.issn.1005-9202.2014.23.042.

(本文编辑 宋涛)

本文引用格式:张倍宁, 王江业, 颜克松, 等. 能谱CT联合肿瘤标志物检测在肝细胞癌患者TACE术后随访中的应用价值[J]. 中国普通外科杂志, 2025, 34(1): 160-165. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.240359

Cite this article as: Zhang BN, Wang JY, Yan KS, et al. Application value of energy-spectrum CT combined with tumor marker testing in post-tace follow-up of hepatocellular carcinoma patients[J]. Chin J Gen Surg, 2025, 34(1): 160-165. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.240359