

• 慢病专题:癌症 •

AI 辅助半自动分割软件在 TACE 术后肝脏恶性肿瘤病灶分割中的应用研究*

肖诗银^{1,2,3}, 肖 兰^{1,2,3}, 卢 翼^{1,2,3}, 杨 磊^{1,2,3}, 王思琪^{1,2,3}, 李锦巍^{1,2,3}, 陈友三^{1,2,3△}

(1. 湖北省中医院放射科, 湖北 武汉 430061; 2. 湖北时珍实验室, 湖北 武汉 430061;

3. 湖北中医药大学附属医院放射科, 湖北 武汉 430061)

[摘要] **目的** 探讨人工智能(AI)辅助半自动分割软件在经肝动脉化疗栓塞(TACE)术后肝脏恶性肿瘤病灶分割中的应用效果。**方法** 收集 2022 年 3—12 月湖北省中医院接受 TACE 术后肝脏恶性肿瘤患者 37 例,采用手动和半自动分割方法对患者平扫及增强 CT 图像数据进行重复测量,利用组内相关系数(ICC)、95% 置信区间(CI)评价肿瘤病灶最长径和体积测量在观察者内及观察者间一致性和变异度。**结果** 37 例肿瘤病灶最长径主要分布在 50 mm 以下(占 81.08%),体积大部分在 50 mm³ 以下(占 72.97%),肝脏左右叶肿瘤病灶分布较为均衡。肿瘤病灶最长径手动、半自动测量的观察者内 95%CI 分别为—1.12~1.13、—1.43~0.89, ICC 分别为 0.921、0.986;而观察者间 95%CI 分别为—1.05~1.21、—1.33~0.80, ICC 分别为 0.801、0.883。肿瘤病灶体积手动、半自动测量的观察者内 95%CI 分别为—40.34~30.20、—8.03~8.93, ICC 分别为 0.914、0.963;而观察者间 95%CI 分别为—56.22~54.66、—28.08~31.27, ICC 分别为 0.843、0.905。单个肿瘤病灶手动测量耗时(26.77±5.04)s,而半自动测量耗时(6.62±2.95)s,二者比较,差异有统计学意义($t=-24.88$, $P<0.01$)。**结论** AI 辅助半自动分割软件在 TACE 术后肝脏恶性肿瘤病灶分割中展现出良好的观察者内及观察者间一致性,并显著缩短了操作时间。

[关键词] 人工智能; 肝脏; 经肝动脉化疗栓塞术; 恶性肿瘤

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2025.12.001

中图法分类号:R735.7

文章编号:1009-5519(2025)12-2737-05

文献标识码:A

Application of AI-assisted semi-automatic segmentation software in liver malignant tumor segmentation after transarterial chemoembolization*

XIAO Shiyin^{1,2,3}, XIAO Lan^{1,2,3}, LU Yi^{1,2,3}, YANG Lei^{1,2,3},WANG Siqu^{1,2,3}, LI Jinwei^{1,2,3}, CHEN Yousan^{1,2,3△}

(1. Department of Radiology, Hubei Provincial Hospital of Traditional Chinese Medicine, Wuhan,

Hubei 430061, China; 2. Hubei Shizhen Laboratory, Wuhan, Hubei 430061, China;

3. Department of Radiology, Affiliated Hospital of Hubei University of Chinese Medicine, Wuhan, Hubei 430061, China)

[Abstract] **Objective** To explore the application effect of artificial intelligence(AI) assisted semi-automatic segmentation software in the segmentation of liver malignant tumor lesions after transarterial chemoembolization(TACE) surgery. **Methods** A total of 37 patients with liver malignant tumors after TACE surgery at Hubei Provincial Hospital of Traditional Chinese Medicine from March to December 2022 were collected. The manual and semi-automatic segmentation **Methods** were used to repeatedly measure the patients' plain scan and enhanced CT image data. The intraclass correlation coefficient(ICC) and 95% confidence interval(CI) were used to evaluate the consistency and variability of the longest diameter and volume measurements of tumor lesions within and between observers. **Results** The longest diameters of 37 tumor lesions were mainly distributed below 50 mm(81.08%), and the volumes were mostly below 50 mm³(72.97%). The distribution of tumor lesions in the left and right lobes of the liver were distributed relatively evenly. The 95% CI of manual and semi-automatic measurement of the longest diameter of tumor lesions were —1.12 to 1.13 and —1.43 to 0.89, respectively, with ICC values of 0.921 and 0.986, respectively. While the 95%CI between observers was —1.05 to 1.21 and —1.33 to 0.80, with ICC values of 0.801 and 0.883. The 95%CI of manual

* 基金项目:湖北省中医院内科研项目(2021YJKT-19)。

作者简介:肖诗银(1982—),本科,副主任医师,主要从事腹部肿瘤影像方面研究。△ 通信作者, E-mail: yi. ru@163. com。

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1129.R.20250901.1720.002\(2025-09-02\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1129.R.20250901.1720.002(2025-09-02))

and semi-automatic measurement of tumor lesion volume were -40.34 to 30.20 and -8.03 to 8.93 , respectively, with ICC values of 0.914 and 0.963 , respectively. While the $95\%CI$ of the inter-observer measurements were -56.22 to 54.66 and -28.08 to 31.27 , with ICC values of 0.843 and 0.905 respectively. The manual measurement time of single tumor lesion was (26.77 ± 5.04) seconds, while the semi-automatic measurement time was (6.62 ± 2.95) seconds, and the difference was statistically significant ($t = -24.88, P < 0.01$). **Conclusion** The AI-assisted semi-automatic segmentation software demonstrated excellent intra-observer and inter-observer consistency in the segmentation of malignant tumor lesions in the liver after TACE, and significantly reduced the operation time.

[Key words] Artificial intelligence; Liver; Transarterial chemoembolization surgery; Malignant tumor

肝脏恶性肿瘤在全球范围内都是发病率高且致命的肿瘤类型^[1-2], 尽管手术切除、经肝动脉化疗栓塞(TACE)和放射粒子植入等治疗方法已卓有成效^[3], 但治疗后肿瘤病灶的精确分割测量依然是疗效评估和预后管理的一大难题^[4-6]。TACE 作为中晚期肝癌的常用治疗手段被广泛应用^[7-8]。由于术后肿瘤病灶内及周边可能存在碘油沉积, 高密度碘油带来了 CT 图像上的伪影, 干扰了肿瘤病灶边缘的准确识别, 因而增加了 CT 复查时识别肿瘤病灶及测量肿瘤病灶大小的难度, 即使是 CT 增强扫描也可能不能准确判定肿瘤的边界, 最终加大了误判的可能。加上肝脏解剖结构复杂, 肿瘤形态多样、多变, 传统的手动分割方法存在主观性强、效率低下的问题。因此, 迫切需要一种快速、准确、自动化的分割方法来解决这一问题。人工智能(AI)是计算机科学的一个分支, 其试图模仿人类的智能, 如学习和解决问题的能力。近年来, 随着 AI 和深度学习技术的快速发展, AI 在医学图像处理中的应用也日益深入^[9-11]。虽然肝脏应用 AI 诊断的时间晚于肺部、胃肠道等其他脏器, 但最近将 AI 应用于肝病的研究逐渐增加^[12]。AI 可用于肝纤维化的检测、肝局灶性病变的鉴别^[13]、慢性肝病的预后预测及转移瘤^[14]、非酒精性脂肪肝^[15]的诊断, 但对 TACE 后的肿瘤病灶检测的报道较少见。本研究分析了 AI 技术在经肝动脉栓塞后肝脏恶性肿瘤病灶分割中的应用价值, 并重点探讨了其在提高分割效率方面的潜力。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2022 年 3—12 月湖北省中医院接受经肝动脉栓塞治疗后肝脏恶性肿瘤患者 37 例, 其中男 21 例, 女 16 例; 年龄 35~78 岁, 平均 (61.4 ± 5.6) 岁; 肝脏原发恶性肿瘤 6 例, 肝脏继发恶性肿瘤 31 例; 肝脏单发病灶 9 例, 肝脏多发病灶 28 例。纳入标准: (1) 确诊为原发肝癌或肝转移瘤; (2) 为经肝动脉栓塞术后的肿瘤病灶; (3) 无严重肝脏基础疾病及严重心、脑疾病; (4) 自愿配合本试验。排除标准: (1) 碘对比剂过敏; (2) 严重肝硬化伴大量腹腔积液影响肿瘤病灶勾画。患者知情并签署知情同意书。本研究经医院医学伦理委员会审核批准(HBZY2021-C80-02)。

1.2 方法 采用美国 GE 公司 Optima CT660 进行

多层螺旋 CT 扫描。在扫描前 6 h 禁食, 并于扫描前 30 min 口服清水 500 mL。扫描时, 患者取仰卧位, 扫描范围自膈顶至肝下缘, 设定电压为 120 kV, 并采用自动电流调节技术。对比剂选用非离子型碘佛醇, 以 $4 \sim 5$ mL/s 流速, 根据患者体重 1 mL/kg 的剂量进行注射, 实施全肝 3 期增强扫描。动脉期扫描设定在对比剂注射后 18~24 s 进行, 门静脉期扫描在 50~65 s 进行, 而延迟期扫描则在 300 s 后进行。扫描完成后, 获取的原始图像以 1.25 mm/0.625 mm(层厚/层间距)的格式传输至 AW4.6 工作站, 以便进行三维重建。通过图像后处理技术, 生成多平面重建、容积再现图像等一系列重建图像, 以供进一步的分析和诊断。增强 CT 图像包含肝脏动脉期图像、门静脉期图像、延迟期图像, 切割时参考平扫及增强各期图像, 并在门静脉期上进行勾画与测量。

对于肝脏多发肿瘤病灶, 选取最大 1 个病灶作为研究对象。测量肿瘤参数为肿瘤病灶最长径及肿瘤病灶体积, 测量时均采用上海联影医疗公司自行开发的肝肿瘤分析软件——LiveLesion Analysis Tool。由 2 名资深的放射科医生独立地对每例患者的所有肿瘤病灶进行手动和半自动测量, 包括肿瘤病灶最长径和体积的测量。在 1 周后对全部病例进行重复测量。手动测量操作步骤如下: (1) 选择 1 组 1.5 mm 厚的轴位图像数据, 进入分析界面; (2) 通过鼠标点击选择靶病灶的最大横截面积, 并运用编辑工具测量其最长径(单位: mm); (3) 逐层描绘肿瘤病灶边缘, 以测量其体积(单位: mm^3); (4) 软件将根据内置算法显示肿瘤病灶的最长径和体积数据。半自动测量操作步骤如下: (1) 选择 1 组 1.5 mm 厚的轴位图像数据, 进入分析界面; (2) 点击自动分割按钮, 软件将自动对肝脏内所有肿瘤病灶进行分割, 并在界面上显示分割结果; (3) 若自动分割结果不尽人意, 可手动点击靶病灶, 并使用编辑工具进行必要的调整; (4) 调整后, 若分割区域与肿瘤病灶完全重合, 则认为分割满意; (5) 软件自动计算并展示肿瘤病灶的最大横截面积的最长径和体积。通过 Bland-Altman 方法评估肿瘤病灶最长径和体积测量的可重复性。计算同一医生 2 次独立测量值的平均值(AV)和相对差值(RD)。最长径 $RD = (D1 - D2) / AV$, 式中 $D1, D2$ 为 2 次最长径测

量值(mm);体积 $RD=(S1-S2)/AV$,式中 $S1,S2$ 为2次体积测量值(mm^3); RD 的95%置信区间(CI)被用来表示观察者内变异度。计算2名放射科医生重复测量值的 AV 和 RD ,并以其 RD 的95%CI来代表观察者间变异度。利用组内相关系数(ICC)评价肿瘤病灶最长径和体积测量在观察者内及观察者间的一致性,模型采用双向混合模型。

1.3 统计学处理 采用SPSS22.0软件进行统计分析。计数资料以例数和百分比表示;计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

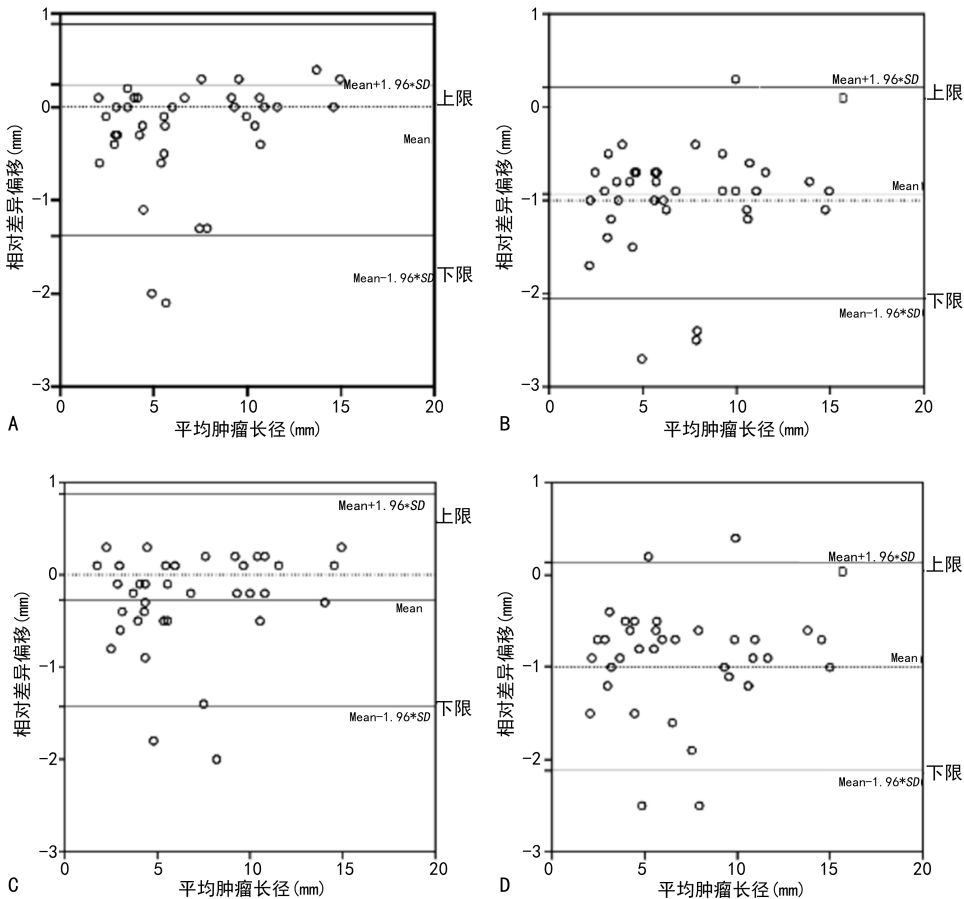
2.1 不同临床特征患者肿瘤病灶测量情况 37例肿瘤病灶最长径主要分布在50 mm以下(占81.08%),体积大部分在50 mm^3 以下(占72.97%),肝脏左右叶肿瘤病灶分布较为均衡。见表1。

2.2 手动、半自动测量的变异度和一致性 肿瘤病灶最长径手动、半自动测量的观察者内95%CI分别为-1.12~1.13、-1.43~0.89,ICC分别为0.921、0.986;而观察者间95%CI分别为-1.05~1.21、-1.33~0.80,ICC分别为0.801、0.883。肿瘤病灶体积手动、半自动测量的观察者内95%CI分别为

-40.34~30.20、-8.03~8.93,ICC分别为0.914、0.963;而观察者间95%CI分别为-56.22~54.66、-28.08~31.27,ICC分别为0.843、0.905。见图1、2。典型病例CT图见图3。

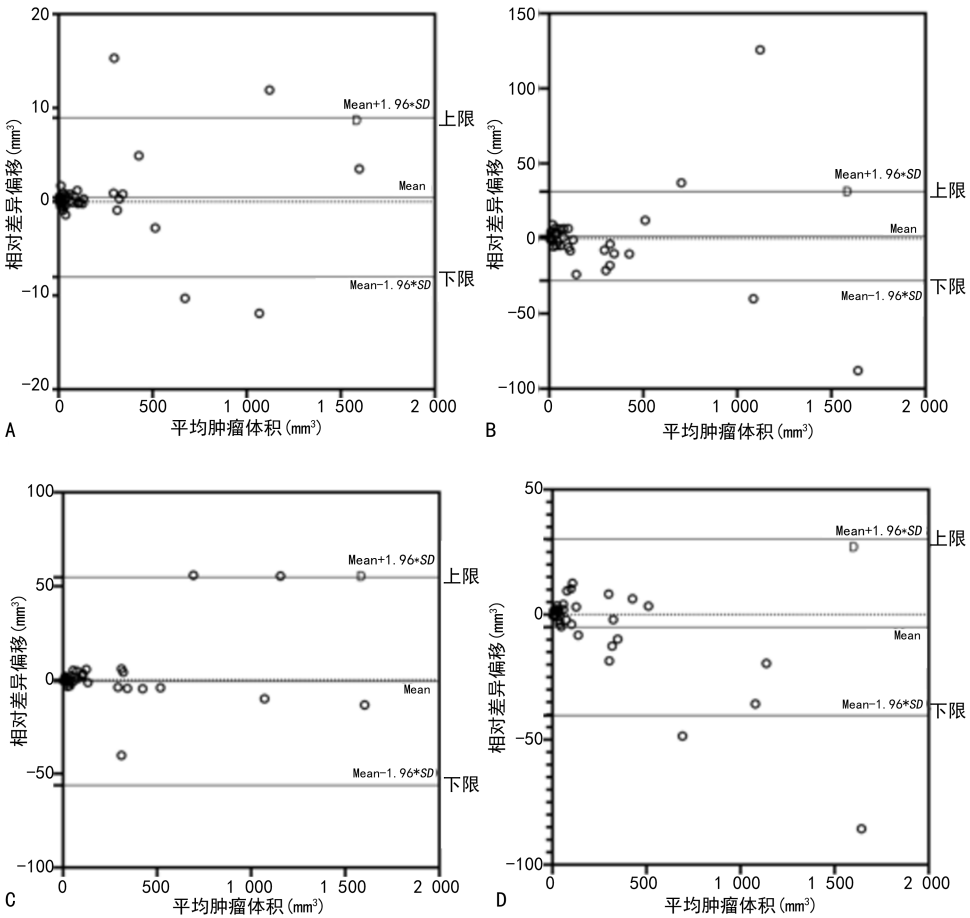
表 1 不同临床特征患者肿瘤病灶测量情况 (n=37)

项目	n	百分比(%)
最大径(mm)		
<50	30	81.08
50~100	6	16.22
>100	1	2.70
体积(mm ³)		
<50	27	72.97
50~100	8	21.62
>100	2	5.41
位置		
左外叶	9	24.32
左内叶	7	18.92
尾状叶	3	8.11
右前叶	8	21.62
右后叶	10	27.03



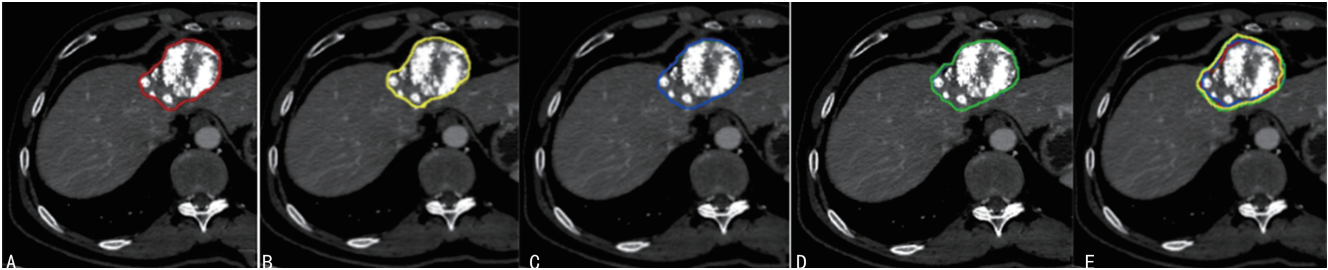
注:A.最长径半自动测量的观察者内变异;B.最长径手动测量的观察者内变异;C.最长径半自动测量的观察者间变异;D.最长径手动测量的观察者间变异。

图 1 肝脏肿瘤病灶最长径 Bland-Altman 分布图



注：A. 体积半自动测量的观察者内变异；B. 体积半自动测量的观察者间变异；C. 体积手动测量的观察者内变异；D. 体积手动测量的观察者间变异。

图 2 肝脏肿瘤病灶体积 Bland-Altman 分布图



注：A 为第 1 次手动勾画，标为红色；B 为第 1 次半自动勾画，标为黄色；C 为 1 周后第 2 次手动勾画，标为蓝色；D 为第 2 次半自动勾画，标为绿色。E 中红色和蓝色 2 条线代表前后 2 次手动勾画病灶的重合情况，黄色和绿色 2 条线代表前后 2 次半自动勾画病灶的重合情况。

图 3 58 岁男性肝癌 TACE 术后患者 CT 图像

2.3 手动和半自动测量耗时比较 单个肿瘤病灶手动测量耗时 (26.77 ± 5.04) s，而半自动测量耗时 (6.62 ± 2.95) s，二者比较，差异有统计学意义 ($t = -24.88, P < 0.01$)。

3 讨 论

本研究所用软件采用深度学习技术和卷积神经网络模型，经过科学的模型训练与评估，具有优异的性能，可用于肝脏良恶性肿瘤如海绵状血管瘤肿瘤病灶的半自动分割^[16]。该软件具备同时载入及分析最多 4 期图像的能力，能够自动识别和分割病灶，并提供一系列手动修改和标注工具及病灶分析功能^[16]。

通过与传统手动分割方法进行比较，本研究证明了 AI 辅助半自动分割软件在肝脏恶性肿瘤病灶分割中的有效性和巨大潜力。通过构建深度学习模型，实现了对肝脏恶性肿瘤病灶的半自动、准确分割，为临床治疗疗效评估提供了有效途径。

在肝脏恶性肿瘤患者治疗后随访复查中，肿瘤病灶最长径是最广泛使用的参数。本研究结果显示，与手动分割相比，AI 辅助方法在肝脏恶性肿瘤病灶最长径测量中的 95%CI 接近或更窄；在肝脏恶性肿瘤病灶最长径测量中，AI 辅助的半自动分割在减少观察者内及观察者间差异（特别是观察者间差异）方面

具有优势。这与王兰等^[17]、李寅乔等^[18]的研究结果类似。尽管肿瘤病灶最长径是评估肝脏恶性肿瘤变化的常用指标,但肿瘤形态多样、多变,最长径可能无法全面真实反映病变的整体变化,采用病灶体积来评估病灶大小可能更为准确和可靠。然而,原有的手动测量体积方法需要逐层勾勒病灶并叠加计算,是一项烦琐且耗时的工作,这在一定程度上制约了肝脏肿瘤病灶的体积测量,进而影响对治疗疗效的精准评价。本研究采用 AI 辅助的半自动体积测量方法进行测量,结果显示,AI 辅助半自动分割软件测量体积时观察者内及观察者间重复性均优于手动体积测量,其原因可能与以下几点因素有关:(1)部分碘油沉积病灶与肝实质对比度较差、病灶边界欠清,手动勾画时,操作者主观性较强,尤其体现在观察者间;而 AI 辅助半自动分割软件经过科学的模型训练与评估,运用卷积神经网络模型,对病灶边缘的勾画更加客观。(2)AI 辅助半自动软件测量体积时,一次性同时载入并分析肝脏平扫及动态增强共 4 期图像,综合分析并在门脉期图像中进行勾画^[19],而手动测量仅仅在 1 期图像如门脉期图像中进行勾画,缺乏对病灶的全面、完整认识及分析。(3)2 位医生手动勾画病灶时,虽然参照同一标准,但在细节的理解和执行上无法一致,如手动、半自动测量体积时观察者间 ICC 值均较观察者内低。这也证实了 AI 辅助半自动分割软件在提高观察者内及观察者间测量一致性方面的巨大潜力。本研究在肝脏恶性肿瘤病灶的最长径和体积测量中观察到更窄的一致性区间,这表明 AI 辅助半自动分割软件在提高测量稳定性方面具有明显优势,对肿瘤病灶的体积变化的测量更为精准,为下一步研究提供了新的思路^[20]。此外,本研究使用 AI 辅助分割软件进行半自动病灶分割所需要的时间大大缩短,因而,该软件有望能提高肝脏恶性肿瘤病灶分割的效率。

综上所述,AI 辅助半自动分割软件在肝脏肿瘤病灶分割中展现出准确性和效率的双重优势。未来,AI 不仅可以在病灶分割中发挥作用,还可以与其他临床数据结合,为肝脏肿瘤患者提供全方位的管理和治疗支持。通过不断的研究与实践,AI 有望在提高肝脏肿瘤治疗效果方面发挥更大的作用^[21]。本研究数据量相对较小,模型的泛化能力需要进一步提高。未来,本课题组人员将持续致力于扩大数据集、优化模型结构及探索多模态数据融合等方法,以期不断提升模型的性能和泛化能力。

参考文献

[1] SUNG H, FERLAY J, SIEGEL R L, et al. Global cancer statistics 2020; GLOBOCAN estimates of incidence and

mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA Cancer J Clin, 2021, 71(3):209-249.

[2] ZHENG R, ZHANG S, ZENG H, et al. Cancer incidence and mortality in China, 2016 [J]. J Natl Cancer Cent, 2022, 2(1):1-9.

[3] 李梅, 乔蓓, 张志豪. 经导管动脉化疗栓塞术联合射频消融术治疗大肝癌的疗效及安全性的 meta 分析[J/OL]. 肝癌电子杂志, 2024, 11(1):9-15.

[4] HENG Z, KAIWEN L, REN D, et al. Deep learning-based CT imaging for the diagnosis of liver tumor[J]. Comput Intell Neurosci, 2022, 2022:3045370.

[5] ALMOTAIRI S, KAREEM G, AOUF M, et al. Liver tumor segmentation in CT scans using modified SegNet [J]. Sensors, 2020, 20(5):1516.

[6] 郭元星, 欧陕兴. 原发性肝癌治疗后影像监控对比研究应用进展[J]. 广东医学, 2010, 31(14):1888-1890.

[7] ZUO M, HUANG J. The history of interventional therapy for liver cancer in China[J]. J Interv Med, 2018, 1(2):70-76.

[8] YUAN Z, WANG Y, HU C, et al. Efficacy of percutaneous thermal ablation combined with transarterial embolization for recurrent hepatocellular carcinoma after hepatectomy and a prognostic nomogram to predict survival [J]. Technol Cancer Res Treat, 2018, 17: 153303381 8801362.

[9] CHENG N, REN Y, ZHOU J, et al. Deep learning-based classification of hepatocellular nodular lesions on whole-slide histopathologic images[J]. Gastroenterology, 2022, 162(7):1948-1961.

[10] 解添淞, 周正荣. 人工智能及影像组学在腹部肿瘤中的应用进展[J]. 中华放射学杂志, 2020, 54(4):376-379.

[11] 李晓东. 基于 AI 医学影像仪器的肝脏肿瘤 CT 图像分割方法[J]. 自动化与仪器仪表, 2020, 35(4):69-72.

[12] WON H L, Y J J S, HOON S A. Artificial intelligence in liver disease[J]. J Gastroenterol Hepatol, 2021, 36(3): 539-542.

[13] CALDERARO J, ŽIGUTYTÉ L, TRUHN D, et al. Artificial intelligence in liver cancer-new tools for research and patient management[J]. Nat Rev Gastroenterol Hepatol, 2024, 21(8):585-599.

[14] GIANLUCA R, FRANCESCA P, DL C C, et al. Artificial intelligence in the diagnosis and management of colorectal cancer liver metastases[J]. World J Gastroenterol, 2022, 28(1):108-122.

[15] FATIMA K, NASRUMMINALLAH M, HADIF M. The future regarding non- alcoholic fatty liver disease diagnosis: Could artificial intelligence replace liver biopsy? [J]. J Coll Physicians Surg Pak, 2024, 34(10):1262-1263.

[16] 肖兰, 陈友三, 卢翼, 等. 人工智能辅助半自动分割软件在肝脏血管瘤 CT 测量中的应用[J]. 中西医结合肝病杂志, 2024, 34(12):1132-1135. (下转第 2749 页)

2023,14(1):128-145.

[3] LI K,WANG D,ZHANG X,et al. Efficacy of early enteral nutrition versus total parenteral nutrition for patients with gastric cancer complicated with diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis[J]. *Nutr Diet*,2022,79(1):129-139.

[4] 刘毅,贺屹巍. 患者术后早期肠内营养不耐受影响因素及中医治疗现状[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)医药卫生,2022,1(1):152-155.

[5] WANG J,CHEN Y,XUE H,et al. Effect of abdominal massage on feeding intolerance in patients receiving enteral nutrition: A systematic review and meta-analysis [J]. *Nurs Open*,2023,10(5):2720-2733.

[6] LI J,WANG L,ZHANG H,et al. Different definitions of feeding intolerance and their associations with outcomes of critically ill adults receiving enteral nutrition:a systematic review and meta-analysis[J]. *J Intensive Care*,2023,11(1):29-52.

[7] WANG F H,ZHANG X T,TANG L,et al. The Chinese Society of Clinical Oncology(CSCO): Clinical guidelines for the diagnosis and treatment of gastric cancer, 2023 [J]. *Cancer Commun(Lond)*,2024,44(1):127-172.

[8] ZENG X,GU Y,ZHANG J,et al. Development of a perioperative enteral nutrition program for gastric cancer surgery[J]. *Nutr Cancer*,2023,75(9):1752-1767.

[9] CHEN X,ZHAO G,ZHU L. Home enteral nutrition for postoperative elderly patients with esophageal cancer[J]. *Ann Palliat Med*,2021,10(1):278-284.

[10] AMANO K,MAEDA I,ISHIKI H,et al. Effects of enteral nutrition and parenteral nutrition on survival in patients with advanced cancer cachexia: Analysis of a multicenter prospective cohort study[J]. *Clin Nutr*, 2021, 40 (3):1168-1175.

[11] YAN X,LIU L,ZHANG Y,et al. Perioperative enteral nutrition improves postoperative recovery for patients with primary liver cancer;a randomized controlled clinical trial[J]. *Nutr Cancer*,2021,73(10):1924-1932.

[12] 姚远,李翰嵩,张磊,等. 老年腹腔镜胃癌患者术后早期肠内营养不耐受的高危因素分析[J]. 临床消化病杂志, 2023,35(5):344-347.

[13] 耿照静,殷文超,焦洪波,等. ICU 内科危重症患者肠内营养喂养不耐受情况及其影响因素分析[J]. 中国现代医生,2022,60(4):105-107.

[14] 钟友娣,汪兴玲,叶锦然,等. 危重症患者肠内营养发生喂养不耐受的影响因素分析[J]. 医学理论与实践,2022,35(20):3575-3577.

[15] FANG Y,MA Y,HE H,et al. Preventive strategies for feeding intolerance among patients with severe traumatic brain injury: A cross-sectional survey[J]. *Int J Nurs Sci*, 2022,9(3):278-285.

[16] ECKERT I,KUMBIER MCC,SILVA F M,et al. Association of specialized enteral nutrition with glycemic control and clinical outcomes in critically ill patients: A meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Clin Nutr*, 2021,40(6):3940-3949.

[17] SHAO Y R,KE X,LUO L H,et al. Application of early enteral nutrition nursing based on enhanced recovery after surgery theory in patients with digestive surgery [J]. *World J Gastrointest Surg*,2023,15(9):1910-1918.

[18] JIANG X C,YAO X B,XIA H B,et al. Nomogram established using risk factors of early gastric cancer for predicting the lymph node metastasis[J]. *World J Gastrointest Oncol*,2023,15(4):665-676.

[19] LI J,YIN H,WANG Y,et al. Multiparametric MRI-based radiomics nomogram for early prediction of pathological response to neoadjuvant chemotherapy in locally advanced gastric cancer [J]. *Eur Radiol*, 2023, 33 (4): 2746-2756.

(收稿日期:2025-04-02 修回日期:2025-09-12)

(上接第 2741 页)

[17] 王兰,张欢,葛颖倩,等. 胃癌肝转移病灶的人工智能辅助半自动分割软件的临床应用评估[J]. 诊断学理论与实践,2019,18(5):515-520.

[18] 李寅乔,张娟,贾宁阳. 影像组学在肝细胞癌图像分割,鉴别诊断和预后评估中的应用进展[J]. 山东医药,2023,63(28):99-102.

[19] 徐珊珊. 基于深度学习的多时相 CT 图像肝肿瘤分割 [D]. 西安:西安电子科技大学,2022.

[20] CHATZIPANAGIOTOU P O,LOUKAS C,VAILAS M, et al. Artificial intelligence in hepatocellular carcinoma diagnosis;a comprehensive review of current literature[J]. *J Gastroenterol Hepatol*,2024,39(10):1994-2005.

[21] 尹大龙,施舒鹏. 人工智能在原发性肝癌诊断与治疗中的应用和展望[J]. 中华消化外科杂志,2024,23(2):236-241.

(收稿日期:2025-03-16 修回日期:2025-08-24)