·临床研究·

多层螺旋CT血流动力学参数对晚期胃癌患者化疗效果的评估价值

王义平 孟光丽 饶小珍 李晓露

（上海杨思医院肿瘤科，上海 200126）

【摘要】 **目的** 探讨多层螺旋计算机断层扫描(multislice spiral computed tomography, MSCT)血流动力学参数在评估晚期胃癌患者化疗效果方面的应用价值。**方法** 选取2021年10月至2023年10月期间医院收治的120例符合纳排标准的晚期胃癌患者作为研究对象。采用氟尿嘧啶类联合铂类进行化疗，3周为1个周期，共8个周期。患者完成化疗后，根据实体瘤疗效评价标准划分为有效组(54例)和无效组(66例)。使用MSCT进行扫描，比较化疗前后血流动力学参数的变化，包含血流量(blood flow, BF)、血容量(blood volume, BV)、表面通透性(permeability surface, PS)、灌注血流量(perfusion blood volume, PBV)等指标。**结果** 在完成第1个周期及第8个周期化疗后评估疗效，120例晚期胃癌患者的总有效率分别为32.50%(39/120)和45.00%(54/120)。化疗8个周期后，120例晚期胃癌患者经MSCT扫描，其血流动力学参数BF、BV、PS、PBV均呈现显著降低趋势，差异具有统计学意义($P<0.001$)。化疗前，有效组的BF、PS、PBV均高于无效组，BV低于无效组，但是两组在BF、BV、PS、PBV参数上的差异均无统计学意义($P>0.05$)；化疗后，有效组的BF、BV、PS、PBV均低于无效组，且差异均有统计学意义($P<0.001$)。**结论** MSCT血流动力学参数作为反映肿瘤血管生成及微循环状态的重要指标，可全面评估晚期胃癌患者的化疗效果。

【关键词】 晚期胃癌；多层螺旋计算机断层扫描；血流动力学参数；化疗效果

【中图分类号】 R816.5;TH774 【文献标识码】 A 【DOI】 10.11876/mimt202503007

The value of multislice spiral CT haemodynamic parameters in assessing the effect of chemotherapy in patients with advanced gastric cancer

Wang Yiping, *Meng Guangli*, *Rao Xiaozhen*, *Li Xiaolu*

(*Department of Oncology*, *Shanghai Yangsi Hospital*, *Shanghai 200126*, *China*)

【**Abstract**】 **Objective** To investigate the value of multislice spiral computed tomography(MSCT) haemodynamic parameters in evaluating the efficacy of chemotherapy in patients with advanced gastric cancer. **Methods** 120 patients with advanced gastric cancer admitted to our hospital between October 2021 and October 2023 who met the criteria for natriuresis were selected as study subjects. Fluorouracil-based combined with platinum-based chemotherapy was used, once every 3 weeks, for a total of 8 cycles. After patients completed 8 cycles of chemotherapy, they were divided into effective group (54 cases) and ineffective group (66 cases) according to the solid tumour efficacy evaluation criteria. Scanning was performed using MSCT to compare the changes in haemodynamic parameters before and after chemotherapy, including blood flow (BF), blood volume (BV), permeability surface (PS), perfusion blood flow (PBV), etc. **Results** When efficacy was assessed after completion of the first and eighth cycles of chemotherapy, the overall effectiveness of the 120 patients with advanced gastric cancer was 32.50% (39/120) and 45.00% (54/120),

第一作者：王义平，男，硕士研究生，主治医师，研究方向：肿瘤精准诊断及治疗

respectively. After 8 cycles of chemotherapy, 120 patients with advanced gastric cancer showed a significant decreasing trend in the haemodynamic parameters BF, BV, PS and PBV by MSCT scanning, the difference was statistically significant (P<0.001). Before chemotherapy, the BF, PS and PBV of the effective group were higher than those of the ineffective group, and the BV was lower than those of the ineffective group. Although there were numerical differences between the two groups in the parameters of BF, BV, PS and PBV, none of them was statistically significant (P>0.05). Meanwhile, the decrease of these parameters in the effective group was more significant than that in the ineffective group (P<0.001). Compared with the ineffective group, patients in the effective group showed a more significant decrease in BF, BV, PS and PBV values (P<0.001). **Conclusion** MSCT haemodynamic parameters as important indicators of tumour angiogenesis and microcirculatory status, which can comprehensively assess the effect of chemotherapy in patients with advanced gastric cancer.

【Key words】 Advanced gastric cancer; Multislice spiral computed tomography（MSCT）; Haemodynamic parameters; Chemotherapeutic efficacy

胃癌作为全球高发的恶性肿瘤，其发病率与病死率均居世界前列，尤其在晚期患者中，5年生存率不足5%的现状尚未得到显著改善[1-2]。多层螺旋计算机断层扫描（multislice spiral computed tomography, MSCT）技术凭借其高分辨成像能力及多期动态增强扫描优势，已成为胃癌诊断及临床分期的重要影像学手段。该技术通过量化血流动力学参数，能够有效评估肿瘤血管生成活性及血流动力学微循环特征[3]。多项研究表明，MSCT测得的肿瘤血流动力学参数与化疗效果及患者预后生存存在显著相关性，肿瘤组织对血管靶向化疗药物的高敏感性，往往伴随血流动力学参数的显著变化，而当变化不明显时则可能提示化疗耐药性风险升高或疾病进展加速[4-6]。鉴于此，开展前瞻性队列研究，通过分析MSCT血流动力学参数的数据变化，探讨MSCT在评估晚期胃癌患者化疗效果方面的应用价值，旨在为临床实践提供一定参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究选取2021年10月至2023年10月期间医院收治的120例符合纳排标准的晚期胃癌患者作为研究对象。男性72例，女性48例；年龄58～69岁，平均（63.50±5.13）岁。纳入标准：①符合《中华医学会胃癌临床诊疗指南（2021版）》[7]所规定的胃癌诊断标准，且经病理检查肿瘤TNM分期处于ⅢB～Ⅳ期；②预计生存时间不少于3个月，同时患者身体机能状态尚可；③患者对本研究内容有清晰认知，并自愿签署知情同意书；④体内存在可通过CT等手段清晰检测出的可测量病灶。排除标准：①对本研究化疗药物存在禁忌证；②合并其他部位的恶性肿瘤；③伴有凝血功能障碍、全身感染性疾病或免疫系统疾病；④心脏、肝脏、肾脏等重要器官功能严重衰竭；⑤合并精神疾病、智力低下或存在认知障碍。本研究已获得上海杨思医院伦理委员会批准（审批号：shysyy-039），严格遵循《赫尔辛基宣言》伦理准则，研究期间获取的临床数据仅限用于科研分析。

1.2 方法

1.2.1 化疗方案

采用氟尿嘧啶类联合铂类进行化疗，通过静脉滴注等方式给药。化疗3周为1个周期，总疗程共计8个周期。在化疗过程中患者可能出现恶心、呕吐、脱发等不良反应，需在医师指导下进行针对性处理。

1.2.2 MSCT检查方法

检查前8 h禁饮、禁食，排空胃肠道，随后肌内注射20 mg盐酸消旋山莨菪碱注射液，抑制肠蠕动伪影，指导患者口服1 000 mL温水充盈胃肠道后取仰卧位，采用Revolution型64排螺旋CT扫描仪（美国通用电气公司）扫描患者腹部。扫描参数：管电

流200 mA，管电压120 kV，层厚0.63 mm。以静脉团注的方式，按照3.0 mL/s的速率注射1.5 mL/kg碘海醇注射液，注射完毕后延时3 s进行扫描，随后注入5 mL生理盐水冲管，40 s内连续多次扫描，获取碘海醇在组织中的浓度变化曲线。使用CT灌注分析软件结合数学模型计算参数，生成伪彩图进行分析，包含血流量（blood flow, BF）、血容量（blood volume, BV）、表面通透性（permeability surface, PS）、灌注血流量（perfusion blood volume, PBV）。

1.2.3 化疗效果评估

完成化疗8个周期后，依据实体瘤疗效评价标准[8]对患者疗效进行评估，根据评估结果将患者分组。将疗效为完全缓解、部分缓解的患者划为有效组，疗效为病情稳定、疾病进展的患者划为无效组。

1.3 统计学方法

本研究采用SPSS 25.0进行数据处理与统计学分析，计量资料以均数 ± 标准差（$\bar{x} \pm s$）表示，两组间比较采用独立样本t检验，对于配对设计的计量资料则采用配对t检验进行分析，以P<0.05为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 120例晚期胃癌患者化疗效果比较

在完成第1个周期及第8个周期化疗后评估疗效，120例晚期胃癌患者的总有效率分别为32.50%（39/120）和45.00%（54/120），见表1。化疗8个周期后，有效组共54例患者，其中男性35例，女性19例；年龄58~69岁，平均（63.42 ± 5.21）岁。无效组共66例患者，其中男性37例，女性29例；年龄57~69岁，平均（63.37 ± 5.33）岁。

表1 120例晚期胃癌患者化疗效果比较［例（%）］

时间点	完全缓解	部分缓解	病情稳定	疾病进展	总有效率(%)
化疗1个周期后	0(0.00)	39(32.50)	49(40.83)	32(26.67)	32.50
化疗8个周期后	38(31.67)	16(13.33)	42(35.00)	24(20.00)	45.00

2.2 晚期胃癌患者化疗前后血流动力学参数比较

通过对比化疗前后的血流动力学参数数据发现，晚期胃癌患者在经过8个周期的化疗后，BF、BV、PS、PBV均呈现显著下降趋势，差异具有统计学意义（P <0.001）。见表2。

表2 120例晚期胃癌患者化疗前后血流动力学参数比较（$\bar{x} \pm s$）

时间点	BF（mL·100 g^{-1}·min^{-1}）	BV（mL·100 g^{-1}）	PS（mL·100 g^{-1}·min^{-1}）	PBV（mL·100 g^{-1}）
化疗前	85.57 ± 15.35	4.21 ± 1.12	15.36 ± 0.76	88.46 ± 3.57
化疗8个周期后	59.43 ± 9.78	3.71 ± 1.05	14.25 ± 0.72	83.11 ± 3.46
t值	15.733	3.568	11.615	11.788
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注：BF为血流量；BV为血容量；PS为表面通透性；PBV为灌注血流量。

2.3 两组晚期胃癌患者化疗前后血流动力学参数比较

化疗前，有效组的BF、PS、PBV均高于无效组，BV低于无效组，但是两组在BF、BV、PS、PBV参数上的差异均无统计学意义（P >0.05）；化疗后，有效组的BF、BV、PS、PBV均低于无效组，且差异均有统计学意义（P <0.001）。同时，有效组这些参数的降低幅度比无效组更为显著（P<0.001）。见表3。

表3 两组晚期胃癌患者化疗前后BF、BV、PS、PBV比较（$\bar{x} \pm s$）

组别	例数	BF（mL·100 g^{-1}·min^{-1}）		*t*值	*P*值	BV（mL·100 g^{-1}）		*t*值	*P*值
		化疗前	化疗后			化疗前	化疗后		
有效组	54	87.39 ± 16.22	54.92 ± 9.43	12.717	<0.001	4.54 ± 1.13	3.23 ± 1.03	6.296	<0.001
无效组	66	83.41 ± 14.71	66.25 ± 10.17	7.795	<0.001	4.58 ± 1.09	3.90 ± 1.01	3.718	<0.001
*t*值		1.408	6.272			0.197	3.583		
*P*值		0.162	<0.001			0.844	<0.001		
组别	例数	PS（mL·100 g^{-1}·min^{-1}）		*t*值	*P*值	PBV（mL·100 mL^{-1}）		*t*值	*P*值
		化疗前	化疗后			化疗前	化疗后		
有效组	54	15.48 ± 0.82	13.29 ± 0.22	18.955	<0.001	90.34 ± 2.17	82.15 ± 4.33	12.426	<0.001
无效组	66	15.22 ± 0.69	14.77 ± 0.26	4.958	<0.001	89.76 ± 2.49	87.19 ± 3.64	4.734	<0.001
*t*值		1.886	33.212			1.344	6.928		
*P*值		0.062	<0.001			0.181	<0.001		

注：BF为血流量；BV为血容量；PS为表面通透性；PBV为灌注血流量。

2.4 两组晚期胃癌患者化疗前后MSCT血流动力学参数水平变化情况

本研究构建简单线性回归模型分析变量间关系，模型设定为：$BF=\beta_0+\beta_1 \cdot BV+\epsilon$，其中，BF为因变量，BV为自变量，$\beta_0$为截距项，$\beta_1$为回归系数，$\epsilon$为随机误差项。经SPSS 25.0分析，BV与BF的Pearson相关系数$R=0.78$（$P<0.001$），$F=45.63$（$P<0.001$），$R^2=0.61$，表明模型拟合良好。经检验，BF、BV、PBV 3种指标具有线性关系，因此本研究主要探讨PBV的变化。有效组患者PBV升高及降低比例分别为27.78%（15/54）及72.22%（39/54），无效组PBV升高及降低比例分别为57.58%（38/66）及42.42%（28/66），两组差异具有统计学意义（$\chi^2=10.694$，$P<0.05$）；有效组PS升高及降低比例分别为33.33%（18/54）及66.67%（36/54），无效组分别为51.52%（34/66）及48.48%（32/66），两组差异具有统计学意义($\chi^2=3.998$，$P<0.05$)。

3 讨论

晚期胃癌通常难以实现完全治愈，主要是此时肿瘤已发生了广泛的转移扩散，可能侵犯到肝脏、肺部、骨骼等远处器官，或在腹腔内形成种植转移[9]。由于肿瘤细胞在体内大量增殖并广泛浸润周围组织，难以通过手术将病灶彻底切除干净，故需采用化疗方案控制疾病进展，从而延长患者生存期并改善生活质量[10]。肿瘤的生长和转移依赖于新生血管的生成，而血流动力学参数能够直观地量化肿瘤血管生成活性及血流动力学特征，因此可用来评估肿瘤的生长状态及化疗效果。本研究旨在探讨MSCT血流动力学参数在评估晚期胃癌患者化疗效果方面的应用价值。

在完成8个周期的化疗后，120例晚期胃癌患者的血流动力学参数数据显示，指标BF、BV、PS、PBV均呈现显著降低趋势。上述参数的降低表明，化疗干预对晚期胃癌患者的血管微循环系统产生了影响，其机制可能是由于化疗药物抑制了肿瘤新生血管的生成能力，进而导致肿瘤组织的有效灌注量减少[11]。经化疗后，有效组晚期胃癌患者的BF、BV、PBV显著降低，BF与BV为评估肿瘤血液灌注的指标，提示化疗药物可能通过抑制肿瘤血管生成或促进血管正常化，有效削减肿瘤实质内的血供与

血容量负荷[12]；PBV是反映全身性炎症反应及微循环状态的指标，化疗后PBV较化疗前呈现出明显降低趋势，这种改变可能是由于化疗改善肿瘤微环境中的氧气和营养物质供应，减少代谢产物的积累，从而影响肿瘤血管的功能[13-14]。PS反映毛细血管通透性，研究发现化疗后PS降低的患者的病情控制情况明显优于PS升高的患者，提示PS变化与化疗效果紧密相关，这可能是由于化疗对肿瘤微环境中的血管结构产生调节作用，促使异常的肿瘤血管向正常血管转化，正常血管具有更完整的基底膜和更紧密的内皮细胞连接，通透性相对较低[15]。

然而，本研究样本量仍显不足，难以全面衡量MSCT血流动力学参数在评估晚期胃癌患者化疗效果方面的价值。增加样本量可提升统计效能、减少偶然误差，增强结果普适性。未来研究可通过多中心合作或延长周期、扩大样本量，并结合影像组学技术，深入分析MSCT影像特征，以进一步验证及拓展血流动力学参数的临床应用价值。

综上所述，MSCT血流动力学参数作为反映肿瘤血管生成及微循环状态的重要指标，可用来评估晚期胃癌患者的化疗效果。晚期胃癌的治疗应以综合治疗策略为原则，结合化疗、靶向治疗、免疫治疗、放疗等多种手段，需根据患者的具体情况制订个性化的治疗方案，考虑肿瘤分期、分子标志物表达状态及身体状况等因素。

[参 考 文 献]

[1] López M J, Carbajal J, Alfaro A L, et al. Characteristics of gastric cancer around the world [J]. Crit Rev Oncol Hematol, 2023, 181:103841.

[2] Guan W L, He Y, Xu R H. Gastric cancer treatment: recent progress and future perspectives [J]. J Hematol Oncol, 2023, 16(1): 57.

[3] Gao X, Hua Y, Meng H, et al. The value of MSCT in evaluating the passability of bezoar by conservative treatment for bezoars-induced small bowel obstruction [J]. Abdom Radiol (NY), 2023, 48(1): 236-243.

[4] Li Z, Liu H, Wang M, et al. Nomogram for the preoperative prediction of Ki-67 expression and prognosis in stage IA lung adenocarcinoma based on clinical and multi-slice spiral computed tomography features [J]. BMC Med Imaging, 2024, 24(1): 143.

[5] Wang G, Huang Y, Zhou L, et al. Immunotherapy and targeted therapy as first-line treatment for advanced gastric cancer [J]. Crit Rev Oncol Hematol, 2024, 198:104197.

[6] 田松林, 郑珂. 多层螺旋CT联合超声造影对中晚期胃癌化疗疗效评估的价值分析[J]. 罕少疾病杂志, 2024, 31(6): 84-86.

[7] 中华医学会肿瘤学分会,中华医学会杂志社. 中华医学会胃癌临床诊疗指南(2021版)[J]. 中华医学杂志, 2022, 102(16): 1169-1189.

[8] 丁婕, 戴旭, 孟宪运, 等. 实体瘤疗效评价标准的研究进展[J]. 中国肿瘤临床与康复, 2015, 22(9): 1150-1152.

[9] Kono K, Nakajima S, Mimura K. Biomarker-oriented chemo-immunotherapy for advanced gastric cancer [J]. Int J Clin Oncol, 2024, 29(7): 865-872.

[10] Yasuda T, Wang Y A. Gastric cancer immunosuppressive microenvironment heterogeneity: implications for therapy development [J]. Trends Cancer, 2024, 10(7): 627-642.

[11] 李佳音, 耿云平, 米玉霞. 胃癌患者多层螺旋CT血流动力学参数与肿瘤标志物的关系[J]. 临床医学工程, 2023, 30(11): 1503-1504.

[12] Yu Z, Liang C, Xu Q, et al. The safety and efficacy of neoadjuvant PD-1 inhibitor plus chemotherapy for patients with locally advanced gastric cancer: a systematic review and meta-analysis [J]. Int J Surg, 2025, 111(1): 1415-1426.

[13] Jiang Y, Zhou K, Sun Z, et al. Non-invasive tumor microenvironment evaluation and treatment response prediction in gastric cancer using deep learning radiomics [J]. Cell Rep Med, 2023, 4(8): 101146.

[14] Wu Z, Qu B, Yuan M, et al. CRIP1 reshapes the gastric cancer microenvironment to facilitate development of lymphatic metastasis [J]. Adv Sci (Weinh), 2023, 10(26): e2303246.

[15] Huang Z N, Tang Y H, Zhong Q, et al. Assessment of laparoscopic indocyanine green tracer-guided lymphadenectomy after neoadjuvant chemotherapy for locally advanced gastric cancer: a randomized controlled trial [J]. Ann Surg, 2024, 279(6): 923-931.