

## 双能 CT 能谱成像增强定量参数预测胃癌增殖抗原 Ki-67 表达的价值

王学东<sup>1</sup>, 刘爱连<sup>1\*</sup>, 田士峰<sup>1</sup>, 孙旭<sup>2</sup>, 杨伟萍<sup>1</sup>, 牛雅欣<sup>1</sup>

1. 大连医科大学附属第一医院放射科, 辽宁 大连 116011; 2. 大连医科大学附属第一医院病理科, 辽宁 大连 116011; \*通信作者 刘爱连

✉ [cjr.liuailian@vip.163.com](mailto:cjr.liuailian@vip.163.com)

【基金项目】首都科技领军人才培养工程 (Z181100006318003)

**【摘要】目的** 探讨双能 CT 能谱成像增强定量参数预测胃癌增殖抗原 Ki-67 表达的价值。**资料与方法** 回顾性分析经手术病理证实的 47 例胃腺癌, 均行双能 CT 三期增强能谱扫描, 根据 Ki-67 表达情况分成高表达组和低表达组。由 2 名观察者分别测量各期 40~70 keV CT 值和碘浓度 (IC), 并计算标准化碘浓度 (NIC) 值。比较 2 名观察者各参数的一致性和两组病灶之间的差异; 分析两组的鉴别诊断和联合诊断效能; 比较各参数的受试者工作特征曲线下面积 (AUC); 分析与 Ki-67 表达指数的相关性。**结果** 2 名观察者分别测量各参数值的一致性均较好 (ICC>0.75)。高表达组动脉、静脉期 40~70 keV CT 值、IC 值、NIC 值, 平衡期 40、50 keV CT 值、IC 值、NIC 值均低于低表达组 ( $P<0.05$ ), 且与 Ki-67 表达指数均呈负相关 ( $r=-0.762\sim-0.466$ ,  $P<0.01$ )。联合动脉、静脉期 NIC 后 AUC 提高到 0.871, 联合后的 AUC 和部分单一参数之间差异有统计学意义 ( $P<0.05$ )。**结论** 双能 CT 能谱成像三期各参数值与胃癌 Ki-67 表达呈负相关, 可反映胃癌细胞增殖程度。联合诊断可以提高诊断效能, 优于部分单一参数。

**【关键词】** 胃肿瘤; 体层摄影术, X 线计算机; Ki-67 抗原; 病理学, 外科

**【中图分类号】** R735.2; R445.3 **【DOI】** 10.3969/j.issn.1005-5185.2021.09.006

### Enhanced Quantitative Parameters of Spectral CT in Predicting the Expression of Ki-67 in Gastric Cancer

WANG Xuedong<sup>1</sup>, LIU Ailian<sup>1\*</sup>, TIAN Shifeng<sup>1</sup>, SUN Xu<sup>2</sup>, YANG Weiping<sup>1</sup>, NIU Yaxin<sup>1</sup>

Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Dalian Medical University, Dalian 116011, China; \*Address Correspondence to: LIU Ailian; E-mail: [cjr.liuailian@vip.163.com](mailto:cjr.liuailian@vip.163.com)

**【Abstract】Purpose** To explore the value of multi-quantitative parameters of spectral CT in predicting the expression of antigen Ki-67 in gastric cancer. **Materials and Methods** The retrospective analysis was performed on 47 patients with gastric adenocarcinoma, all of whom underwent dual-energy CT phase enhanced spectral scan. According to the expression of Ki-67, all patients were divided into the high and the low expression group. CT and IC of 40-70 keV in each phase were respectively measured by two observers, and NIC was further calculated. The consistency of parameters between the two observers and the difference of lesions between the two groups were compared. The efficacy of differential diagnosis and combined diagnosis of the two groups was analyzed. The area under the curve (AUC) of each parameter was compared, and the correlation with Ki-67 expression index was also analyzed. **Results** There was good consistency in all parameter values between the two observers (ICC>0.75). All the parameter values of all phase in the high expression group were significantly lower than those of the low expression group (all  $P<0.05$ ), and all the parameter values of all phase and Ki-67 expression index were negatively correlated with medium and high levels ( $r=-0.762\sim-0.466$ ,  $P<0.01$ ). The AUC was up to 0.871 after the combination of the arterial and venous phase, and there were significant differences between the combined AUC and some single parameters ( $P<0.05$ ). **Conclusion** In the three phases of dual-energy CT energy spectral imaging, all parameter values were negatively correlated with the expression of Ki-67 in patient with gastric cancer, reflecting the proliferation degree of gastric cancer cells. The application of combined diagnosis can improve the diagnostic efficiency, which is better than single parameter.

**【Key words】** Stomach neoplasms; Tomography, X-ray computed; Ki-67 antigen; Pathology, surgical

Chinese Journal of Medical Imaging, 2021, 29 (9): 885-891

胃癌是起源于胃黏膜上皮的恶性肿瘤, 居我国恶性肿瘤死亡率的第二位<sup>[1]</sup>。Ki-67 抗原是一种在人类中由 *MKI67* 基因 (由单克隆抗体 Ki-67 识别的抗原) 编码

的蛋白质, Ki-67 蛋白存在于细胞周期的所有活跃阶段, 但在静息细胞中不存在, 因此可以作为免疫组化染色评价细胞增殖的指标<sup>[2]</sup>, 目前已经广泛应用于乳腺

癌、宫颈癌、胶质瘤、结直肠癌、肝癌等。胃癌的细胞增殖抗原Ki-67反映胃癌细胞的增殖状态，并对胃癌患者的预后具有重要价值。目前，Ki-67表达状态的获取仅能通过外科手术或胃镜所获取的组织样本得到。若术前可以通过影像学方法评估胃癌的肿瘤细胞增殖情况，便于临床医师制订最佳和最有效的治疗方案。双能CT具有强大的后处理平台，可以为疾病的检出、定性、分级、分化等提供多定量参数，双能CT能谱成像已用于评估肺癌、直肠癌Ki-67表达情况<sup>[3-5]</sup>。本研究拟探讨双能CT定量参数预测胃癌Ki-67表达的价值，为术前评估胃癌的细胞增殖能力提供新方法。

## 1 资料与方法

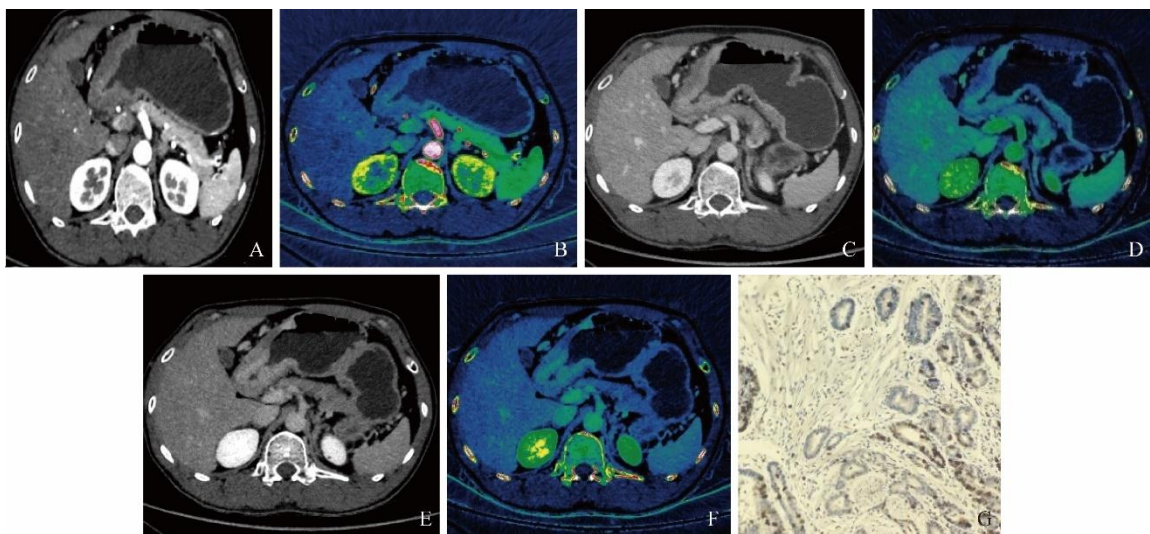
**1.1 研究对象** 回顾性分析2017年1月—2019年12月大连医科大学附属第一医院经手术病理证实的胃癌患者，纳入标准：①首次接受胃癌根治性切除手术；②术后组织标本均通过相应的免疫组化方法获取Ki-67表达情况；③术前1~3个月内在本院接受上腹、上中腹或全腹双能CT增强能谱成像模式扫描；④临床资料完整、详实。排除标准：①患者无法配合致使胃充盈欠佳；②术前已经进行放疗或化疗。最终纳入47例，男28例，女19例；年龄29~78岁，平均(63.3±10.3)岁。本研究经本院伦理委员会审核批准，所有患者均签署知情同意书。

**1.2 仪器与方法** 患者检查前3 d禁服含重金属药物，并接受屏气指导训练，检查当天禁饮食，检查前20 min饮清水800~1000 ml使胃充盈。采用GE Revolution单

源双能CT机行三期动态增强扫描，扫描范围自膈顶至肝脏下缘。扫描参数：GSI扫描模式，管电压80 kVp和140 kVp瞬时切换，管电流375 mAs，探测器宽度80 mm，螺距0.992:1，转速0.6~0.8 s/r，矩阵512×512，扫描及重组层厚和层间距均为5 mm，采用标准算法重建。平扫后采用欧立奇双筒高压注射器于肘正中静脉团注碘海醇(350 mg/ml)，流速4.0 ml/s，剂量1.5 ml/kg。于注药后28 s行动脉期扫描，后延迟60 s、120 s行静脉期及平衡期扫描。

**1.3 图像处理与数据分析** 完成能谱CT扫描后，采用标准算法重建平扫、增强三期的单能量图像和增强三期碘(水)密度图像。将重建图像传至能谱成像后处理工作站ADW 4.6，由2名分别具有2年及10年腹部影像诊断经验的放射科主治医师，使用能谱成像分析软件采用盲法分别进行图像分析和定量参数测量。参照陈小华等<sup>[6]</sup>比较胃癌最佳感兴趣区(ROI)勾画得出的结果(全肿瘤法)，选择肿瘤增厚的最大层面进行ROI勾画，ROI的边界位于组织和器官边缘内侧1 mm，同时避开大血管或因气-液平面交界存在伪影区等部位，于相邻3个层面各放置1个ROI后取平均值，并保持各期图像的ROI大小和位置一致。然后将能谱数据导出，获得Excel形式的表格，其内容包括三期增强40~70 keV的单能量CT值和IC。然后在碘基图病灶同层主动脉放置圆形ROI，其大小约为主动脉面积的2/3，记录三期主动脉碘基值(ICA值)，并根据公式(1)计算各期病灶的标准化碘浓度(NIC)，见图1、2。

$$\text{NIC} = \text{病灶IC值} / \text{ICA值} \quad (1)$$



**图1** 女，58岁，胃癌。A、B分别为动脉期40 keV单能量轴位图和碘伪彩图；C、D分别为静脉期40 keV单能量轴位图和碘伪彩图；E、F分别为延迟期40 keV单能量轴位图和碘伪彩图；G.病理镜下Ki-67表达指数约10% (HE, ×200)

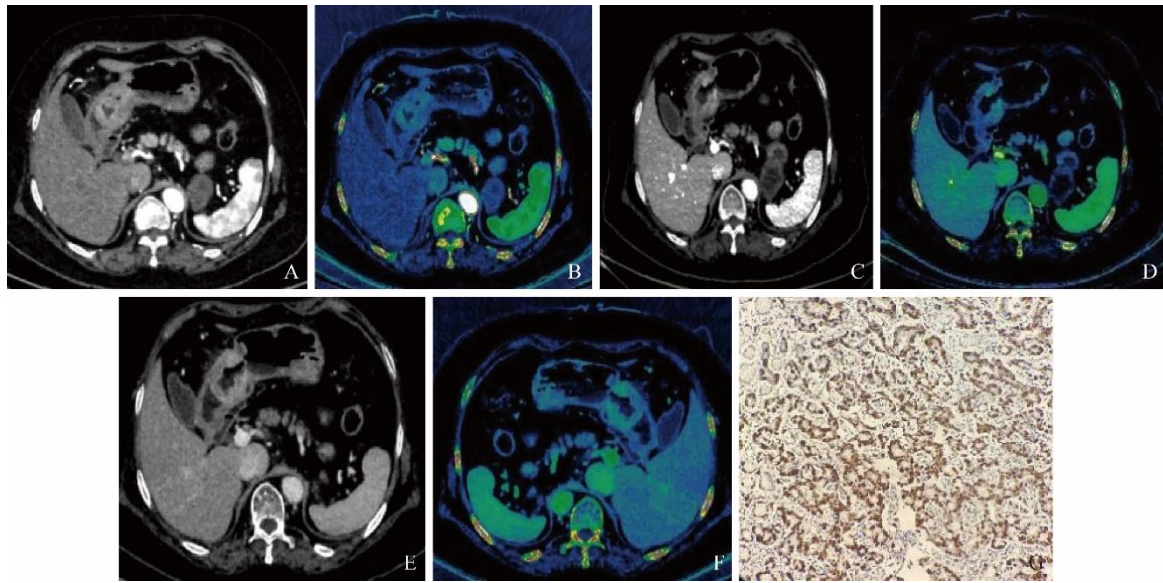


图2 男, 72岁, 胃癌。A、B分别为动脉期40 keV单能量轴位图和碘伪彩图; C、D分别为静脉期40 keV单能量轴位图和碘伪彩图; E、F分别为延迟期40 keV单能量轴位图和碘伪彩图; G.病理镜下Ki-67表达指数约90% (HE, ×200)

1.4 Ki-67表达的测定 判定Ki-67表达阳性的标准是肿瘤细胞胞核内出现清晰的棕黄(褐)色颗粒。由3位病理科医师在该标记最强区域(热点区)计数2000个肿瘤细胞阳性百分比的平均值。按照相关标准, Ki-67表达指数>50%为高表达组, ≤50%为低表达组。

1.5 统计学方法 使用SPSS 22.0和Medcalc v20.0.3软件。采用组内相关系数(ICC)检验2名观察者三期各参数测量结果的一致性, 取2名观察者测量结果的平均值进行分析。采用Kolmogorov-Smirnov检验分析计量资料的正常性。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 采用独立样本t检验; 非正态分布者以M(Qr)表示, 采用Mann-Whitney U检验。采用受试者工作特征(ROC)曲线评估各期有统计学差异的参数对两组病灶的鉴别效能, 计算曲线下面积(AUC), 并根据最大约登指数确定阈值, 及其相应的敏感度、特异度。利用二元Logistic回归分析各期有统计学差异的参数联合诊断的效能; 有统计学差异的参数AUC比较采用Delong检验。有统计学差异的参数与Ki-67表达指数的相关性采用Pearson相关, P<0.05表示差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 一般资料 共纳入47例胃癌患者, 其中Ki-67高表达组25例, 低表达组22例, 两组患者一般资料见表1。

2.2 观察者测量结果的一致性 观察者1和观察者2测量各能谱期参数的一致性均较好(ICC>0.75)。

表1 Ki-67高表达组与低表达组患者一般资料

项目	Ki-67高表达组 (n=25)	Ki-67低表达组 (n=22)
部位(例)		
胃体	3	2
胃底	6	6
胃窦	16	14
分化(例)		
高分化	8	8
中分化	8	4
低分化	9	10
Borrmann分型(例)		
节点或息肉型	4	2
局限溃疡型	11	9
浸润溃疡型	6	8
弥漫浸润型	4	3
淋巴结转移(例)		
有	22	21
无	3	1
肿瘤最大径(cm)	14.7	13.9
肿瘤厚度(cm)	1.8~11.9	2.1~10.8

2.3 两组病灶各期各参数值比较 Ki-67高表达组动脉、静脉期40~70 keV CT值、IC值、NIC值, 平衡期40、50 keV CT值、IC值、NIC值均低于低表达组(均P<0.05), 见表2。

2.4 各参数值对Ki-67高、低表达组的鉴别诊断效能 动脉、静脉期各参数鉴别Ki-67高、低表达组的AUC、阈值、敏感度、特异度见图3及表3, 其中静脉期NIC

鉴别诊断两组病灶的AUC最大(0.827), 诊断高表达组胃癌的敏感度和特异度分别为86.4%和72.0%;

动脉期NIC和静脉期NIC联合后的AUC达到0.871, 高于静脉期NIC的0.827。

表2 Ki-67高表达组与低表达组病灶各参数比较 ( $\bar{x}\pm s$ )

分期	Ki-67高表达组 (n=25)	Ki-67低表达组 (n=22)	Z/t值	P值
<b>动脉期</b>				
40 keV CT值 (Hu)	146.02±44.86	165.21±68.85	-2.665	0.008
50 keV CT值 (Hu)	109.78±32.98	119.28±45.64	-2.473	0.013
60 keV CT值 (Hu)	83.32±23.56	91.18±31.57	-2.068	0.039
70 keV CT值 (Hu)	69.71±11.88	78.93±17.16	2.162	0.036
IC值 (100 μg/cm <sup>3</sup> )	13.26±5.24	16.81±8.09	-3.241	0.001
NIC值	0.08±0.02	0.11±0.30	4.152	0
<b>静脉期</b>				
40 keV CT值 (Hu)	192.31±48.23	247.58±52.64	3.756	0
50 keV CT值 (Hu)	137.22±32.78	173.75±24.85	3.702	0.001
60 keV CT值 (Hu)	103.34±23.44	128.36±24.12	3.601	0.001
70 keV CT值 (Hu)	82.24±17.5	100.16±17.77	3.443	0.001
IC值 (100 μg/cm <sup>3</sup> )	19.48±5.94	26.09±10.23	-3.326	0.001
NIC值	0.37±0.08	0.49±0.10	4.625	0
<b>平衡期</b>				
40 keV CT值 (Hu)	203.36±43.79	230.48±43.48	2.126	0.039
50 keV CT值 (Hu)	145.35±33.89	162.46±45.61	-2.047	0.041
60 keV CT值 (Hu)	109.69±23.67	120.62±32.83	-1.897	0.058
70 keV CT值 (Hu)	87.46±18.54	94.63±26.54	-1.77	0.077
IC值 (100 μg/cm <sup>3</sup> )	20.49±5.30	24.05±5.13	2.328	0.024
NIC值	0.66±0.13	0.55±0.10	3.197	0.003

注: IC: 碘浓度; NIC: 标准化碘浓度

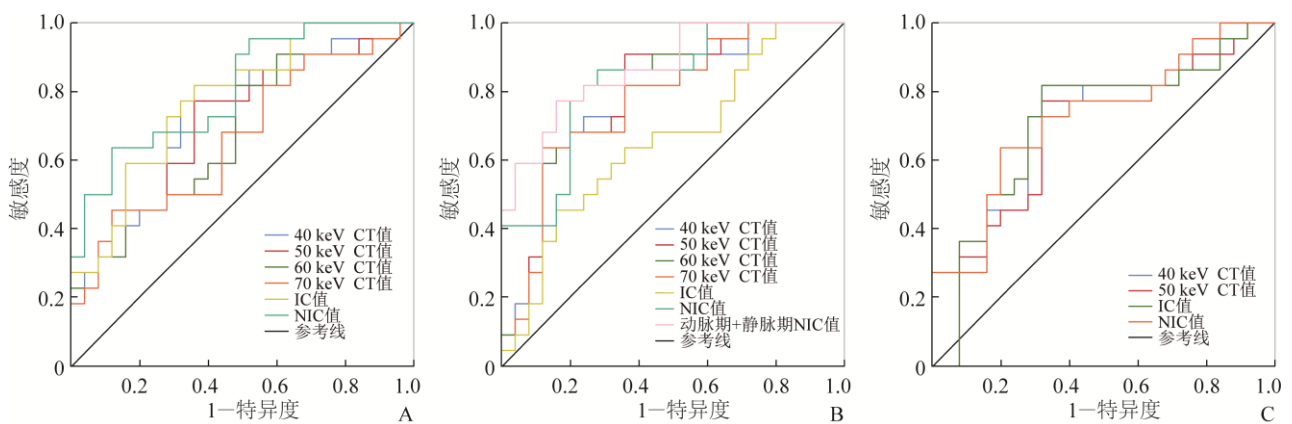


图3 动脉期(A)、静脉期(B)和延迟期(C)各参数的ROC曲线

表3 各参数值鉴别Ki-67高、低表达的AUC、阈值、敏感度和特异度

分期	AUC	阈值	敏感度 (%)	特异度 (%)
动脉期				
40 keV CT值	0.727	157.78	77.3	68.0
50 keV CT值	0.711	113.25	77.3	64.0
60 keV CT值	0.676	83.96	81.8	52.0
70 keV CT值	0.664	65.69	81.8	44.0
IC值	0.776	14.44	81.8	64.0
NIC值	0.805	0.1	63.6	88.0
静脉期				
40 keV CT值	0.793	185.54	90.9	64.0
50 keV CT值	0.791	132.7	90.9	64.0
60 keV CT值	0.785	100.62	86.4	64.0
70 keV CT值	0.773	100.26	63.6	88.0
IC值	0.784	20.42	86.4	68.0
NIC值	0.827	0.4	86.4	72.0
静脉期+动脉期NIC值	0.871	0.46	77.3	84.0
平衡期				
40 keV CT值	0.687	202.95	77.3	68.0
50 keV CT值	0.675	145.14	77.3	68.0
IC值	0.707	20.66	77.3	68.0
NIC值	0.724	0.62	63.6	80.0

注：IC：碘浓度；NIC：标准化碘浓度

2.5 各期各参数AUC比较 动脉期NIC和静脉期NIC联合后的AUC和动脉期40~70 keV CT值、平衡期40~50 keV CT值、IC值、NIC值差异有统计学意义 ( $P<0.05$ )。

2.6 各参数值与Ki-67表达指数的相关性 动脉期40~70 keV CT值、IC值、NIC值与Ki-67表达指数呈负相关 ( $r=-0.561$ 、 $-0.541$ 、 $-0.510$ 、 $-0.467$ 、 $-0.603$ 、 $-0.570$ ,  $P<0.01$ )，静脉期40~70 keV CT值、IC值、NIC值与Ki-67表达指数呈负相关 ( $r=-0.684$ 、 $-0.679$ 、 $-0.669$ 、 $-0.649$ 、 $-0.685$ 、 $-0.762$ ,  $P<0.01$ )，平衡期40~50 keV CT值、IC值、NIC值与Ki-67表达指数呈负相关 ( $r=-0.472$ 、 $-0.466$ 、 $-0.481$ 、 $-0.571$ ,  $P<0.01$ )，以静脉期NIC的相关性最强。

### 3 讨论

Ki-67是目前具有代表性的调控因子之一，它反映了肿瘤细胞增殖活性，并与肿瘤恶性程度具有相关性，即通常Ki-67表达指数越高，预后越差，复发率更高，远处转移的可能性也较大<sup>[7-9]</sup>。Ki-67表达水平可以作为评估胃癌生物学行为的标志物之一，并与胃癌的预

后密切相关<sup>[10-11]</sup>。目前，利用扩散加权成像的表观扩散系数评价胃癌Ki-67表达情况已有报道<sup>[12]</sup>，但由于MRI诊断胃癌检查时间长、伪影多、分辨率差等缺点，在应用上远不及CT普遍。

双能CT通过降低能量水平可以增加组织间的对比度，便于病变的显示；但是在增加能量水平的过程中，会因为硬化伪影的减小，进一步导致组织之间的对比度减小<sup>[13]</sup>，本研究为了更好地体现单能量成像的特点，选取40~70 keV低能量水平的单能量图像进行分析，结果显示，胃癌Ki-67高表达组动、静脉期在40~70 keV单能量下CT值和平衡期40 keV、50 keV单能量CT值低于低表达组，且随着能量水平降低，差异越明显，可能由于物质在不同能量水平的衰减不同，在某一能量水平两种病灶之间的衰减差异可达到最大，这一能量水平即为鉴别两种病灶的最佳单能量<sup>[14]</sup>，较低单能量水平往往可以作为最佳单能量。本研究也显示胃癌动、静脉期40~70 keV CT值与Ki-67呈负相关，且随着能量水平降低，相关性逐渐增加，提示单源双能CT低能量下的单能量CT值可准确评估胃癌的Ki-67表达。

双能CT图像能够通过物质分离技术而获得碘水图,增强扫描后获得碘水图可以对碘含量进行分析,进一步可以反映组织的强化情况,从而大致了解肿瘤微循环的状态。Kaltenbach等<sup>[15]</sup>指出基于碘基图的物质分离得到组织中的碘含量可作为肿瘤血管的标志物。理论上,肿瘤细胞Ki-67表达越高,肿瘤血管越丰富,主要反映肿瘤组织的血管密度的碘含量会随肿瘤细胞增殖速度的加快而升高<sup>[16]</sup>;而本研究发现,Ki-67高表达组增强三期的IC值均高于低表达组,提示胃癌高表达组的强化程度弱于低表达组,即高表达组的血供较少;可能是由于随着胃癌Ki-67表达增高,肿瘤的细胞异型性增高,肿瘤细胞内坏死和黏液成分越多、越明显;增殖速度快的新生毛细血管虽然较多,但新生血管管腔发育多不成熟;两者共同作用即会出现缺血和乏氧状态,引起微循环逐渐减低,代表血供的碘含量随之减低。

不同个体之间存在个体循环和对比剂流速的差异,为了尽量消除此差异的影响,本研究引用NIC进行比较,结果表明NIC的效能均高于IC。胃癌增强三期的Ki-67表达指数均与IC、NIC呈负相关,且静脉期的相关性更高,可能是由于胃癌的肿瘤细胞主要是腺体的异型增生。尽管肿瘤细胞是以动脉供血为主,但是结构往往比较紊乱,毛细血管网也非常复杂,局部血流较正常组织缓慢,对比剂通过的时间也会较长,因此动脉期强化不明显,而静脉期时对比剂已经大量进入,此时强化较明显。联合动脉期NIC值和静脉期NIC值后可以将AUC提高到0.871,高于单一参数的效能,具有较高的临床应用价值。

本研究的局限性:首先,未对胃癌的病理分型、分级等做进一步细化研究,可能会对Ki-67表达情况有一定的影响,需要后续纳入更大的样本量进行进一步的细化和验证;其次,观察者勾画的ROI位置可能和病理切片所选择的组织存在不匹配的问题。

双能CT能谱成像的能谱参数(40~70 keV单能量的CT值、IC值、NIC值)和胃癌Ki-67表达指数存在相关性,提示单源双能CT综合分析平台多定量参数可以作为无创评估胃癌细胞增殖的方法,具有一定的临床应用价值。同时联合动脉期NIC值和静脉期NIC值可以提高诊断效能,具有较高的临床应用价值。

#### 参考文献

[1] Malaj A, Bilaj F, Shahini A, et al. CT/MRI accuracy in

detecting and determining preoperative stage of gastric adenocarcinoma in Albania[J]. *Contemp Oncol (Pozn)*, 2017, 21(2): 168-173. DOI: 10.5114/wo.2017.68626.

[2] Xiong DD, Zeng CM, Jiang L, et al. Ki-67/MKI67 as a predictive biomarker for clinical outcome in gastric cancer patients: an updated meta-analysis and systematic review involving 53 studies and 7078 patients[J]. *J Cancer*, 2019, 10(22): 5339-5354. DOI: 10.7150/jca.30074.

[3] Liu G, Xiong D, Zeng J, et al. Clinicopathological and prognostic significance of Ki-67 immunohistochemical expression in gastric cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. *Onco Targets Ther*, 2017, 10: 4321-4328. DOI: 10.2147/OTT.S143089.

[4] Lin L, Cheng J, Tang D, et al. The associations among quantitative spectral CT parameters, Ki-67 expression levels and EGFR mutation status in NSCLC[J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1): 3436. DOI: 10.1038/s41598-020-60445-0.

[5] Fan S, Li X, Zheng L, et al. Correlations between the iodine concentrations from dual energy computed tomography and molecular markers Ki-67 and HIF-1 $\alpha$  in rectal cancer: a preliminary study[J]. *Eur J Radiol*, 2017, 96: 109-114. DOI: 10.1016/j.ejrad.2017.08.026.

[6] 陈小华, 李佳音, 李莉明, 等. 感兴趣区选择对胃癌能谱CT测量结果可重复性的影响及与微血管密度的关系[J]. *中华放射学杂志*, 2018, 52(1): 24-29. DOI: 10.3760/cma.j.issn.10051201.2018.01.006.

[7] Warli SM, Kadar DD, Siregar GP. Ki-67 expression as a predictive factor of muscle invasion in bladder cancer[J]. *Open Access Maced J Med Sci*, 2018, 6(2): 260-262. DOI: 10.3889/oamjms.2018.088.

[8] Kushitani K, Amatya VJ, Mawas AS, et al. Utility of Survivin, BAP1, and Ki-67 immunohistochemistry in distinguishing epithelioid mesothelioma from reactive mesothelial hyperplasia[J]. *Oncol Lett*, 2018, 15(3): 3540-3547. DOI: 10.3892/ol.2018.7765.

[9] Yoshikawa K, Shimada M, Higashijima J, et al. Ki-67 and survivin as predictive factors for rectal cancer treated with preoperative chemoradiotherapy[J]. *Anticancer Res*, 2018, 38(3): 1735-1739. DOI: 10.21873/anticancer.12409.

[10] Zhang W, Wei X, Guo S, et al. Differential expression of EphA5 protein in gastric carcinoma and its clinical significance[J]. *Oncol Lett*, 2019, 17(6): 5147-5153. DOI: 10.3892/ol.2019.10167.

- [11] Huang G, Chen S, Wang D, et al. High Ki67 expression has prognostic value in surgically-resected T3 gastric adenocarcinoma[J]. Clin Lab, 2016, 62(1-2): 141-153. DOI: 10.7754/clin.lab.2015.150610.
- [12] 陆志华, 姚鸿欢, 周晓伟, 等. 磁共振扩散加权成像的表观扩散系数与胃癌Ki-67表达及分化程度的关系[J]. 中华胃肠外科杂志, 2016, 19(2): 204-208. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2016.02.019.
- [13] 徐明哲, 刘爱连, 陈安良, 等. 平扫最佳单能量CT值直方图分析对肾乏脂性错构瘤与透明细胞癌的鉴别价值[J]. 放射学实践, 2018, 33(11): 1173-1177. DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2018.11.012.
- [14] 李焯, 刘爱连, 鞠焯, 等. 单源双能CT平扫能谱综合分析鉴别诊断卵巢子宫内异位囊肿和卵巢输卵管积脓或积水[J]. 中国医学影像学杂志, 2018, 26(8): 612-615. DOI: 10.3969/j.issn.1005-5185.2018.08.013.
- [15] Kaltenbach B, Wichmann JL, Pfeifer S, et al. Iodine quantification to distinguish hepatic neuroendocrine tumor metastasis from hepatocellular carcinoma at dual-source dual-energy liver CT[J]. Eur J Radiol, 2018, 105: 20-24. DOI: 10.1016/j.ejrad.2018.05.019.
- [16] 崔兴宇, 蔡崧, 汤群峰, 等. 肝外胆管癌IVIM-DWI参数值与Ki-67表达的相关性[J]. 临床放射学杂志, 2019, 38(5): 848-852. DOI: 10.13437/j.cnki.jcr.2019.05.023.

【收稿日期】2020-10-17 【修回日期】2021-02-09

(本文编辑 冯婧)

### 欢迎订阅2022年《中国医学影像学杂志》

《中国医学影像学杂志》是由国家卫生健康委员会主管、中国医学影像技术研究会、北京医院主办的学术性期刊, 是中国科学引文数据库(CSCD)核心库来源期刊、中国中文核心期刊、中国科技核心期刊(中国科技论文统计源期刊)、中国科协《临床医学领域高质量科技期刊分级目录: 医学影像学》、中国学术期刊综合评价数据库统计源期刊, 并被美国《化学文摘》(CA)、美国《剑桥科学文摘(自然科学)》(CSA)、美国《乌利希期刊指南》、日本科学技术振兴机构数据库(JST)等收录。国内统一刊号: CN 11-3154/R, ISSN 1005-5185, 国内外公开发行人。本刊1993年创刊, 月刊, 每月25日出版。

《中国医学影像学杂志》刊登放射医学、超声医学、核医学、介入医学、影像技术学、医学影像工程等相关学科论文, 杂志注重内容的科学性、前沿性、实用性和原创性。栏目根据器官系统设置, 包括规范与共识、实验研究、中枢神经影像学、头颈部影像学、乳腺影像学、心脏影像学、胸部影像学、血管与介入放射学、腹部影像学、妇产科影像学、生殖泌尿影像学、骨骼肌肉影像学、影像技术学、医学影像工程学、文献计量学、述评与综述。对于选题新颖、重点突出、创新性强、文笔精炼的原创性稿件及重大研究成果、优秀的基金项目稿件, 本刊将优先发表。

《中国医学影像学杂志》系统投稿官方网址为: <http://zyyz.cbpt.cnki.net>。此网址是本刊唯一的投稿渠道, 不接收电子邮件和纸质投稿。欢迎赐稿, 欢迎订阅本刊。本刊定价20元/本, 240元/年。

订阅方法: ①全国各地邮局均可订阅, 邮发代号: 82-712;

②向本刊编辑部订阅, 收款人: 中国医学影像学杂志, 地址: 北京市东城区大佛寺东街6号105室, 《中国医学影像学杂志》编辑部, 邮编: 100010, 电话: 15110102619。请在汇款附言注明: 订阅XX年第X期-共X本。



欢迎扫描下方二维码关注本刊微信公众号。温馨提示: 本刊未授权任何第三方机构和个人征收稿件, 亦不接受任何第三方机构的推荐稿件, 反对作者将自己的稿件委托第三方向杂志投稿。

《中国医学影像学杂志》编辑部