论　著

能谱CT多参数成像在胃腺癌分化程度中的应用价值

蚌埠医学院第一附属医院放射科
(安徽 蚌埠 233000)
李长健　朱广辉*

【摘要】**目的** 通过对不同分化程度胃腺癌在能谱CT成像上的参数及特征进行对比分析，研究CT能谱成像在胃腺癌诊断中的应用价值。**方法** 选择60例胃腺癌影像资料进行回顾性分析，将其依据分化程度进行分组，其中低分化组26例，中高分化组34例，全部研究对象都进行CT能谱平扫及动静脉双期扫描。得到图像后确定出感兴趣区域，对所得结果进行处理，计算出不同扫描期相所有病灶在不同单能量水平下CT值、碘-水浓度等相关参数，并进行独立样本t检验。**结果** 静脉期40~90keV各单能量水平下低分化组的CT值均高于中高分化组，静脉期低分化组标准化碘基值(0.49±0.14)高于中高分化组(0.39±0.06)，动脉期仅60keV单能量水平CT值低分化组(79.47±13.80)高于中高分化组(67.35±13.20)，差异具有统计学意义(P<0.05)；余平扫及动静脉双期相关的参数差异小，不存在统计学意义。**结论** 能谱CT多参数成像能够对组织病变进行定量分析，40~90keV下单能量CT值及标准化碘浓度有助于术前胃癌分化程度评估。

【关键词】X线计算机；能谱成像；胃腺癌；分化程度
【中图分类号】R322.4+4；R445.3
【文献标识码】A
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2021.08.043

Application Value of Energy Spectrum CT Multi-parameter Imaging in Differentiation of Gastric Adenocarcinoma

LI Chang-jian, ZHU Guang-hui*.
Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Bengbu Medical College, Bengbu 233000, Anhui Province, China

ABSTRACT
Objective To study the diagnostic value of energy spectrum CT in gastric adenocarcinoma by comparing the parameters and characteristics of different differentiation degrees of gastric adenocarcinoma. ***Methods*** The imaging data of 60 cases of gastric adenocarcinoma were retrospectively analyzed and divided into groups according to the degree of differentiation, including 26 cases in the low-differentiation group and 34 cases in the middle-differentiation group. All the subjects underwent CT energy spectrum plain scan and arteriovenous double-phase scan. After the image was obtained, the region of interest was determined, the results were processed, and relevant parameters such as CT value and iodide-water concentration of all lesions in different scanning phases at different single energy levels were calculated, and independent sample T-test was conducted. ***Results*** Venous phase of 40-90 keV CT values of each single energy levels and low differentiation group were higher than in high differentiation group, venous phase of low differentiation standardized iodine group base value (0.49±0.14) is higher than that in high differentiation group (0.39±0.06), 60keV one energy level only CT arterial values low differentiation (79.47±13.80) is higher than the high differentiation group (67.35±13.20), statistically significant difference, statistically significant difference (P<0.05); There was no statistical significance in the difference of parameters related to residual sweep and arteriovenous double stages. ***Conclusion*** Energy spectrum CT multi-parameter imaging can be used for quantitative analysis of tissue lesions, and 40-90keV single-energy CT value and standardized iodine concentration are helpful for preoperative evaluation of gastric cancer differentiation degree.

Keywords: X-ray Computed; Energy Spectrum Imaging; Gastric Adenocarcinoma; Degree of Differentiation

胃癌的影响因素很复杂，和环境以及饮食习惯等都存在一定相关性，治疗难度大，很多患者因此而死亡，胃癌发生率目前存在不断提高的趋势，相关的危害性也明显表现出来，对居民的健康产生严重威胁[1-2]。胃癌早期症状不显著，多数患者出现临床症状时已经进入晚期，术前准确评价胃癌组织学类型及病理分期等相关信息可对选择合适的治疗方法提供支持。本研究过程中选择了60例各分化水平的胃腺癌患者为研究对象，进行能谱CT平扫及动静脉双期扫描，对所得结果进行分析，确定出各分化程度胃腺癌能谱参数差异，初步探讨能谱CT多参数成像在不同分化程度胃腺癌中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择60例蚌埠医学院第一附属医院2018年11月至2019年4月经病理检查确诊的胃腺癌患者相关临床及影像资料进行研究，研究对象中男性、女性分别为40例和20例，对应的年龄区间为45~83岁；患者中贲门癌27例，胃体癌11例，胃窦癌19 例，胃底癌3例。在研究过程中对全部病例依据病理结果进行分组，按照分化程度划分为中、高分化组和低分化组，二组人数分别为34例(其中高分化患者3例)和26例，对二组的影像结果进行对比。

1.2 主要仪器与方法 告知患者在检查前8~12h禁止饮食，前三天不服用重金属药物，在检查前半小时内饮清水大约800mL，检查时再服100mL，接着通过GE256排CT行一次屏气螺旋扫描。在扫描过程中设置的扫描区间为膈顶部-双肾下极水平，对应的扫描模式为GSI模式行平扫+增强扫描，经肘静脉注射碘海醇，流速3.5mL/s，剂量1.0mL/kg。注射对比剂后对腹主动脉CT值进行智能追踪，当此参

【第一作者】李长健，男，住院医师，主要研究方向：影像医学与核医学。E-mail：1005177829@qq.com
【通讯作者】朱广辉，男，副主任医师，主要研究方向：胸部病变的影像学研究。E-mail：1920935739@qq.com

数值达到120HU条件下开始触发动脉期扫描，30s后接着进行静脉期扫描；在此扫描过程中设置的参数为：GSI单能，管电压瞬时切换，电流最大限600mA，螺距0.992：1，球管转速158.75mm/s，旋转时间0.5s。图像重建为层厚、间距均0.625mm，标准算法。

1.3 后处理分析 通过能谱CT扫描得到平扫及动静脉双期单能量图像，采用标准单能量的重建算法，将各阶段扫描对应的原始数据重建出基于以上重建参数的图像，并传至GE AW4.7工作站。使用GSI Viewer软件进行结果处理确定出相应单能量图、能谱曲线图、碘基图、水基图等图像。利用GSI viewer分析软件进行观察并选择感兴趣区域(region of interest，ROI)。分别在单能量图像、碘水基图等参数图像中进行适当的筛选确定出肿瘤的最大层面勾画ROI，对相关的参数进行计算，同层腹主动脉也取出同样大小的ROI，并据此确定出相应的碘浓度，其中能谱曲线斜率：K=CT(40kev)-CT(70kev)/ (40~70kev)，标准化碘浓度：NIC=I(病灶)/I(腹主动脉)。ROI的选择需遵循以下两点：1)放置在组织实性部分，将相关的囊变、坏死等区避开；2)各期选择的ROI尽可能保持位置和层面相同，进行三次检测确定出均值。测量的ROI数据包括任意单能量水平CT值(HU)，有效原子序数，碘基值(μg/mL)和水基值(mg/mL)。

1.4 统计学方法 对采集的数据结果通过SPSS 23.0软件处理分析，其中符合正态分布要求的计量数据进行独立样本t检验，根据所得结果确定出低和中高分化型胃癌能谱多参数的差异情况，进行显著性分析，设置的显著性差异水平为0.05。

2 结 果

2.1 不同分化程度胃癌在平扫及动静脉双期中各参数比较分析 对全部患者依据术后组织病理检查结果划分为低和中高分化胃腺癌两组，分别测量平扫及动静脉双期各单能量水平下两组的CT值，标准化碘、水基值、有效原子序数及能谱曲线斜率，对不同扫描期二组这些参数差异进行统计分析，进行对比结果表明：1)静脉期40~90keV各单能量水平下CT值低分化组均高于中高分化组，差异具有统计学意义(P<0.05，表1)；2)静脉期低分化组标准化碘基值为(0.49±0.14)，高于中、高分化组，差异也很明显，存在统计学意义；3)动脉期仅60Kev单能量水平CT值低分化组高于中高分化组(67.35±13.20)，差异具有统计学意义(表1)； 余平扫及动静脉双期二组相关的参数差异不明显，不存在统计学意义(表1、表2)。

表1 不同分化程度胃癌在平扫及动静脉双期不同kev下CT值对比（HU，$\bar{x}\pm s$）

单能量水平	平扫期		P	动脉期		P	静脉期		P
	低分化	中高分化		低分化	中高分化		低分化	中高分化	
40keV	71.47±11.28	78.06±16.27	0.201	143.47±26.68	141.75±32.40	0.860	202.42±45.82	177.18±17.36	0.048
50keV	55.61±8.48	59.03±10.86	0.352	103.87±18.50	100.38±12.66	0.443	148.62±30.30	120.52±14.41	0.004
60keV	45.65±7.52	47.21±8.11	0.593	78.47±13.80	67.35±13.20	0.026	107.47±21.04	86.42±7.71	0.002
70keV	39.63±7.37	39.99±6.95	0.899	64.27±11.05	59.53±7.22	0.104	84.96±15.39	72.71±9.36	0.013
80keV	35.72±7.48	36.52±8.84	0.795	54.62±9.48	50.82±10.09	0.193	70.56±11.87	62.99±6.95	0.044
90keV	33.07±7.55	32.21±6.48	0.743	48.16± 8.66	44.71±8.61	0.176	61.04±9.65	51.37±5.48	0.014
100keV	32.34±7.75	30.04±6.53	0.623	43.73±8.17	45.88±9.14	0.725	52.86±6.07	49.92±3.43	0.113
110keV	30.05±7.87	28.47±6.61	0.555	42.54±7.81	41.04±4.09	0.824	50.39±7.01	48.57±7.16	0.489
120keV	29.29±7.94	27.55±6.68	0.523	38.44±7.61	41.03±7.15	0.565	47.52±6.78	47.80±6.13	0.915
130keV	28.52±8.01	26.66±6.76	0.494	36.66±7.48	39.56±5.51	0.436	44.98±6.28	45.27±6.03	0.921
140keV	27.98±8.06	25.00±6.81	0.472	35.22±7.42	39.84±6.54	0.168	42.99±5.98	43.31±5.89	0.896

表2 不同分化程度胃癌在平扫及动静脉双期碘(水)基值、有效原子序数、能谱曲线斜率对比(HU，$\bar{x}\pm s$)

参数	平扫期		P	动脉期		P	静脉期		P
	低分化	中高分化		低分化	中高分化		低分化	中高分化	
标准化碘值	1.29±0.48	1.74 ±0.72	0.057	0.20±0.28	0.16±0.06	0.607	0.49±0.14	0.39±0.06	0.020
水基值	1094.36±266.97	1021.34 ±7.12	0.275	102.81±7.00	1030.63±6.74	0.271	1030.92±5.03	1030.59±5.92	0.741
有效原子序数	6.85±0.10	7.00± 0.14	0.166	8.43±0.17	8.64±0.44	0.094	7.81±0.27	7.79±0.35	0.986
能谱曲线斜率	1.03±0.28	1.04± 0.42	0.176	2.65±0.57	2.57±0.65	0.731	3.82±1.04	3.77±0.53	0.567

2.2 典型病例影像分析 结果见图1~图2。

3 讨 论

胃癌是一种常见的恶性肿瘤 ，治疗难度大，很多患者因此而死亡[3]。 相关统计结果表明其发病率在老年群体中较高，30岁以下很少出现此类患者，男性的发生率高于女性。相关研究结果表明[4]，其发生率和生活方式存在一定的相关性，在不良作息习惯和感染等因素的影响下，其发病年龄在不断减小。因此术前准确评价胃癌组织学类型、病理分期及转移情况对制定治疗方案可提供重要的支持和参考。过去数字化胃肠道造影、传统CT和纤维内窥镜检查是临床诊断胃癌病变最常用的手段，但都存在一定的不足。目前胃癌的诊断技术水平在

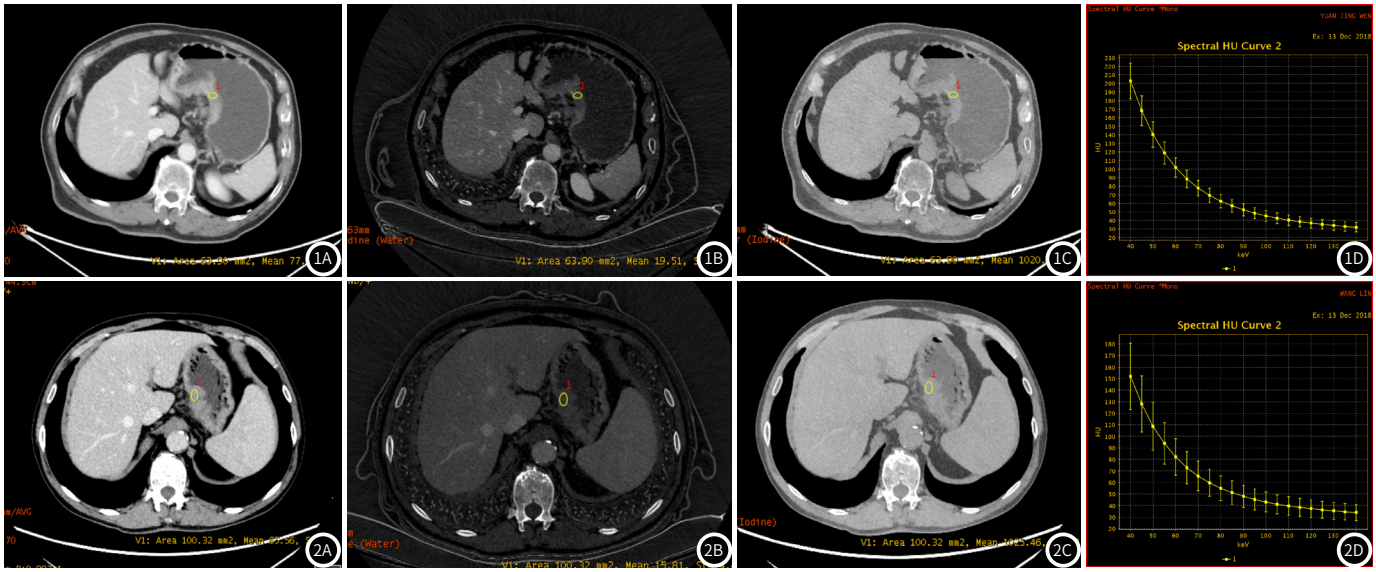

图1 胃低分化腺癌。图1A：70kev单能量图，病灶CT值为77.72HU；图1B：碘基图，碘基值为19.51(100μg)/ml；图1C：水基图，水基值1020.61；图1D：能谱曲线图，40～70keV段能谱曲线斜率值为4.02。**图2** 胃中分化腺癌。图2A：70keV单能量图，病灶CT值为65.56HU；图2B：碘基图，碘基值为15.81(100μg)/mL；图2C：水基图，水基值1025.46；图2D：能谱曲线图，40～70keV段能谱曲线斜率值为2.83。

不断提高，一些新的影像学检查技术如能谱CT开始应用于临床。CT能谱成像目前在影像检测领域逐渐被广泛的应用，具有高清成像、去除金属伪影、能谱成像及低剂量扫描等多种优点。能谱多参数成像可进行功能诊断，可有效地避免传统模式下单纯基于CT值进行诊断的缺陷，表现出明显性能优势。

本研究结果表明，不同分化程度胃腺癌之间的能谱参数不同：静脉期40~90keV各单能量水平下低分化组的CT值均高于中高分化组，且静脉期低分化组标准化碘基值(0.49±0.14)高于中高分化组标准化碘基值(0.39±0.06)，动脉期仅60keV单能量水平下低分化组的CT值(79.47±13.80)高于中高分化组(67.35±13.20)，参数差异明显，存在统计学意义，对比分析可知平扫各个能谱参数、动脉期除60keV外其他的参数不存在统计学差异，而静脉期单能量值、水浓度、能谱曲线斜率及有效原子序数相关的参数差异很小，不存在统计学意义。胃癌是上皮组织来源的恶性肿瘤，可根据其分化情况划分为高、中、低分化等三种类型[5]，分化程度和肿瘤的生物学特征存在一定相关性，分化程度高则可判断出其恶性程度低，和正常组织的接近程度越高，而相反情况下则恶性度更高[6]。Canavese等[7]、Frezzetti等[8]对此进行了深入研究，其发现肿瘤血管渗透是肿瘤浸润性生长主要原因之一，在肿瘤转移过程中，新生血管对其生长有重要的作用。在肿瘤生长的早期，肿瘤的营养大部分是从附近的血管中取得的，而在增加到一定体积后，这种方式无法满足其营养要求，在此条件下肿瘤细胞会分泌出血管生长因子，并诱导出现新生血管。对比分析可知新生的血管壁通透性高，因而和正常血管相比，这种血管对造影剂碘的摄取速度明显提高。胃癌组织的生物行为和其分化程度存在一定相关性，一般情况下分化差则癌细胞生长快，需要的营养多，则分泌的血管生长因子也明显增加，相关研究结果表明，肿瘤恶性度越低，相应新生成的血管生长速度越快，这也有利于肿瘤的血供[9]。唐皓等[10]研究发现，肿瘤的分化程度和碘含量存在一定负相关关系，这样就可以通过碘含量确定出肿瘤分化程度。马来阳[11]研究发现，肿瘤的分化程度和对应胃癌能谱参数存在一定相关性，在低分化程度条件下，对应的IC、NIC都更高，据此可通过CT能谱成像对其相应分化程度进行判断分析。相关的灌注成像研究表明[12]，肿瘤的分化程度和其灌注水平存在负相关关系；低分化的胃癌和高分化的相比，病灶内部的碘含量更高，也说明了这一点。本研究结果表明，和中高分化组相比，静脉期低分化组的单能量CT值及标准化碘基值都明显的偏高，结果差异很明显，存在统计学意义。对比结果表明平扫条件下两组的相关参数不存在统计学差异，原因可能是病灶部分在平扫时没有造影剂摄取，无法体现出胃腺癌恶性程度的高低。而动脉期仅在60keV下单能量CT值的差异明显，存在统计学意义，其原因可能与动脉期扫描时间设置较早有关，此与前期所做实验结果基本一致[13]。

综上所述，能谱CT作为一项全新的技术，其凭借单能量成像、物质的组成与分离、能谱曲线、有效原子序数以及低剂量扫描等多种优点，在胃癌术前分化程度的评估中具有重要的价值，静脉期低分化组胃腺癌具有更大的40~90keV单能量CT值及标准化碘基值等。但本实验尚在探索阶段，依然存在很多的不足：首先，本实验高分化组胃腺癌相对较少，只有3例，在研究过程中没有将其分开和低、中分化组胃腺癌进行对比；其次，本研究整体样本还不足，因而在以后的研究中应该适当的加大样本量，进行大量的对照研究；最后是ROI的选择表现出一定偏差，恶性度高的肿瘤组织容易出现坏死现象，ROI所得结果可能受到这些组织的影响而存在误差，因而适当地提高ROI选取的准确性可更好地达到结果可靠性要求。

参考文献

[1] 吉玉刚,陈光强,范国华,等.双源CT能谱参数对Lauren弥漫型与肠型胃癌的鉴别诊断价值[J].放射学实践,2020,35(9):1122-1126.

[2] Freddie,Bray,Jacques,et al.Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J].CA Cancer J Clinicians,2018,68(6):394-424.

（下转第 162 页）

（上接第 135 页）

[3]邹文斌.中国胃癌发病率及死亡率研究进展[J].中国实用内科杂志,2014,34(4):408-415.
[4]左婷婷,郑荣寿,曾红梅,等.中国胃癌流行病学现状[J].中国肿瘤临床,2017,44(1):52-58.
[5]Calik M,Calik I,Demirci E,et al.Goseki grade and tumour location influence survival of patients with gastric cancer[J].Asian Pac J Cancer Prev,2014,15(3):1429-1434.
[6]Song Z,Wu Y,Yang J,et al.Progress in the treatment of advanced gastric cancer[J].Tumor Biology,2017,39(7):101042831771462.
[7]Canavese M,Ngo D T M,Maddern G J,et al.Biology and therapeutic implications of VEGF-A splice isoforms and single-nucleotide polymorphisms in colorectal cancer[J].Int J Cancer,2017,140(10):2183-2191.
[8]Frezzetti D,Gallo M,Maiello M R,et al.VEGF as a potential target in lung cancer[J].Expert Opin The Targets,2017,21(10)959-966.
[9]张云,姚萍,崔旻,等.临床病理特征与早期胃癌分化程度的关系[J].中华实用诊断与治疗杂志,2019,33(5):443-445.
[10]唐皓,邓克学,赵英明,等.宝石CT能谱曲线在胃癌分化程度评估中的初步应用[J].中华医学杂志,2014,94(45):3571-3574.
[11]马来阳.能谱CT成像在胃癌术前分期及分化程度评价中的应用研究[D].兰州:兰州大学,2015.
[12]朱勇,何光武,傅燕飞,等.多层螺旋CT灌注成像对胃癌病理分化程度评估的研究[J].实用放射学杂志,2015,31(1):75-77,86.
[13]李长健.能谱CT多参数成像在胃腺癌分期及分化程度中的应用研究[D].蚌埠:蚌埠医学院,2020.

（收稿日期：2019-07-25）