

双能量 CT 及 DWI 食管癌病理分级对照

周胜利, 陈伟, 柏根基, 王亚婷

【摘要】 目的:探讨双能量 CT 及 DWI 在食管癌病理分级中的应用价值。**方法:**搜集 60 例食管癌患者行 CT 及 MRI 检查,分别测量 CT 动、静脉期病灶的 NIC、CT 强化程度及 ADC 值,比较食管癌不同分化程度间 NIC 值、CT 强化程度及 ADC 的差异;对不同分化程度 NIC 值、ADC 值行 ROC 曲线分析。**结果:**不同分化程度食管癌 NIC 值及 CT 强化程度不同,各组间动静脉期 NIC 及静脉期 CT 强化程度差异均有统计学意义($P < 0.05$),而动脉期 CT 强化程度差异无统计学意义($P > 0.05$);动、静脉期 NIC 值及 ADC 值诊断中高分化食管癌与低分化食管癌 ROC 曲线下面积分别为 0.801、0.817、0.816。**结论:**双源 CT 碘浓度及 DWI 成像 ADC 值能反映出食管癌的病理分级,可为临床分期、治疗及预后评价提供更多信息。

【关键词】 体层摄影术, X 线计算机; 食管肿瘤; 碘; 扩散加权磁共振成像

【中图分类号】 R735.1; R591.1; R814.4; R445.2 **【文献标识码】** A

【文章编号】 1000-0313(2020)06-0746-04

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2020.06.010

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



The preliminary application of dual energy CT and MRI diffusion weighted imaging in the pathological grade of esophageal cancer ZHOU Sheng-li, CHEN Wei, BAI Geng-ji, et al. Guannan Branch of the First People's Hospital of Lianyungang, Jiangsu 222500, China

【Abstract】 Objective: This study aimed to investigate the preliminary application of dual energy CT and MRI diffusion weighted imaging in the pathological grade of esophageal cancer. **Methods:** 60 cases of esophageal cancer all underwent the examination of dual energy CT and MRI. The normalization iodine concentration (NIC) values and the degree of CT enhancement of esophageal cancer were measured respectively at arterial phase and the venous phase, and the ADC value of DWI imaging was measured. The difference of NIC values and ADC value among different pathological grades of esophageal cancer were compared, and also analyzed by ROC curve. **Results:** The NIC values and the degree of CT enhancement in different pathological grading esophageal cancer were different, the differences of NIC at arterial phase and venous phase and the degree of CT enhancement at venous phase between groups were statistically significant ($P < 0.05$). But the degree of CT enhancement among different differentiated esophageal cancer demonstrated no statistically significant difference at arterial phase ($P > 0.05$); ROC curve analysis, the NIC value of arterial and venous phase values and ADC values in the diagnosis of esophageal cancer high differentiation and low differentiation of esophageal area under the ROC curve were 0.801, 0.817, 0.816. **Conclusions:** The dual-source CT iodine concentration and the ADC value can reflect the pathological classification of esophageal cancer to some extent, which can provide more information for the clinical stage, treatment and prognosis evaluation of esophageal cancer.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Esophageal neoplasms; Iodine; Diffusion magnetic resonance imaging

食管癌是消化道常见恶性肿瘤,死亡率高^[1],食管

癌的病理特点对于肿瘤生物学行为及预后具有重要意义^[2]。双源 CT (dual source computed tomography, DSCT) 碘图可间接反应肿瘤新生血管生成^[3],进而反映肿瘤组织病理分化特点^[4]。磁共振扩散加权成像 (diffusion weighted imaging, DWI) 可从细胞及分子

作者单位: 222500 连云港, 连云港市第一人民医院灌南分院(周胜利); 223300 淮安, 南京医科大学附属淮安第一医院(陈伟、柏根基、王亚婷)

作者简介: 周胜利(1955—), 男, 江苏连云港, 主任医师, 主要从事影像诊断及介入治疗工作。

通讯作者: 陈伟, E-mail: 154951380@qq.com

水平诊断疾病^[5],其表观扩散系数(apparent diffusion coefficient,ADC)值可在一定程度上预测食管癌恶性程度^[6-7]。本文通过对 2016 年 12 月—2019 年 12 月 60 例食管癌患者行影像与病理对照分析研究,目的在于探讨双能量 CT 及磁共振扩散加权成像在食管癌病理分级中的应用比较,为食管癌患者术前病情评估、临床治疗方案制定及预后评价提供有益信息。

材料与方 法

1. 临床资料

2016 年 12 月—2019 年 12 月经内镜活检或术后病理证实食管鳞状细胞癌患者 60 例。男 43 例,女 17 例,年龄 48~84 岁,平均 65.8 岁,其中食管上段癌 8 例,食管中段癌 33 例,食管下段癌 19 例。

病例入选标准:经内镜活检或病理证实肿块型食管癌患者;既往无食管肿瘤手术病史且未行放疗或化疗;所有病例均行双源 CT 双能量平扫加双期增强扫描及磁共振扫描;无碘剂过敏史。排除标准:碘剂过敏、严重心脑血管功能不全以及甲状腺毒症者、体重质量指数(BMI)>30 kg/m² 及磁共振检查禁忌症者。

2. 检查方法

双源 CT 扫描:采用西门子 Definition Flash 双源 CT 机对 60 例食管癌患者以双能量模式进行检查,所有患者均行平扫和增强扫描。常规平扫扫描参数:管电压 120 kV,有效电流 250 mAs,层厚 5 mm、层间距 5 mm,螺距 0.7,转速 0.28 s/圈,FOV 300 mm。双能量增强扫描:采用双筒高压注射器自肘前静脉注射碘海醇,注射流率 3.5 mL/s,剂量 1.5 mL/kg,总量约 60~80 mL,然后以相同流率注射生理盐水 20 mL,应用对比剂团注跟踪软件(Bolus Tracking)监测平面选择同层主动脉,达到阈值(100 HU)后延迟 10 s 进行动脉期扫描,延迟 35 s 扫描静脉期。扫描后自动重建层间距、层厚为 1 mm。

MRI 扫描:采用德国西门子 AVANTO 1.5T 磁共振成像仪常规扫描。成像参数:T₁WI 轴面、T₂WI 轴面及 T₂WI 冠状面,扫描时间 17~40,层厚 5 mm,视野 350 mm×350 mm~400 mm×400 mm;DWI 检查时层面、层厚、FOV 及层间距均保持一致,TR 5700 ms,TE 70 ms,矩阵 128×128,层厚 5 mm,选用 b 值为 0 和 600 s/mm² 同时生成 ADC 图。

3. 图像处理及数据分析

CT 后处理方法及观察指标:将所有图像传至双源 CT Syngo.VIA 工作站,并利用其 Liver VNC 软件进行后处理,测量工作由两名副高以上高年资医生共同完成。分别测量病灶所有层面平扫、动脉期和静脉期食管癌病灶 CT 值、标准化碘浓度,标准化碘浓度

(normalization iodine concentration, NIC)=病灶内测得的碘浓度/同层面主动脉测得的碘浓度。本研究测量感兴趣区碘浓度时在测量软件中将 Normalized ROI 放置于同层主动脉进行标准化,然后选用 Dual energy ROI 于病灶处绘制感兴趣区,所得碘浓度即为标准化碘浓度。CTA=CT 动脉期-CT 平扫,为动脉期病灶强化程度,CTP=CT_{静脉期}-CT_{平扫},为静脉期强化程度。

ADC 值测量:由 2 位副高以上高年资 MRI 诊断医师对病灶行诊断及定位。感兴趣区(region of interest, ROI)选取:结合 T₁WI、T₂WI 图像上肿瘤的范围和形态,在 ADC 图不规则边缘划线,圈入全部病变区,记录病灶所在每一层面 ADC 值后取其平均值,若病灶大小不足 3 个层面,取 3 个不同部位分别测量并取其平均值。

4. 统计学分析

本研究采用 SPSS 19.0 软件对数据进行统计分析,计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,不同病理分级食管癌间 NIC 值、CT 强化程度比较均采用单因素方差分析,采用 ROC 曲线评价 NIC、ADC 值对中高分化食管癌与低分化食管癌的诊断效能,检验水准 $\alpha=0.05$, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 食管癌双能量 CT 碘图及 MRI 表现

CT 表现:食管壁不规则增厚,可形成以管壁为轴心的软组织密度肿块,管腔不同程度狭窄,增强扫描可见呈中度至明显强化,碘图上显示食管癌病灶碘剂聚集,病灶较大伴有坏死者,碘剂分布可不均匀(图 1)。

MRI 表现:轴面 T₁WI 见以管壁为中心非对称性增厚,管腔不规则狭窄,T₂WI 环形高信号的黏膜线破坏中断;病变于 DWI 图像上呈明显不均质高信号,ADC 图呈低信号(图 2)。

2. 不同病理分级食管癌 NIC 值、CT 强化程度比较(表 1)

不同病理分级食管癌 NIC 值不同,随着病理分级逐渐升高,病灶 NIC 值逐渐增加,对 3 组 NIC 值行单因素方差分析后得出动脉期、静脉期高分化与低分化、中分化与低分化食管癌 NIC 值比较差异均有统计学意义($P<0.05$),而高分化与中分化食管癌 NIC 值比较差异无统计学意义($P>0.05$);不同病理分级食管癌 CT 强化程度比较得出静脉期高分化与低分化食管癌强化程度差异有统计学意义($P<0.05$),其余两组比较差异均无统计学意义($P>0.05$)。

两比较结果:动脉期和静脉期 NIC 值高分化与低分化、中分化与低分化食管癌 NIC 值差异均有统计

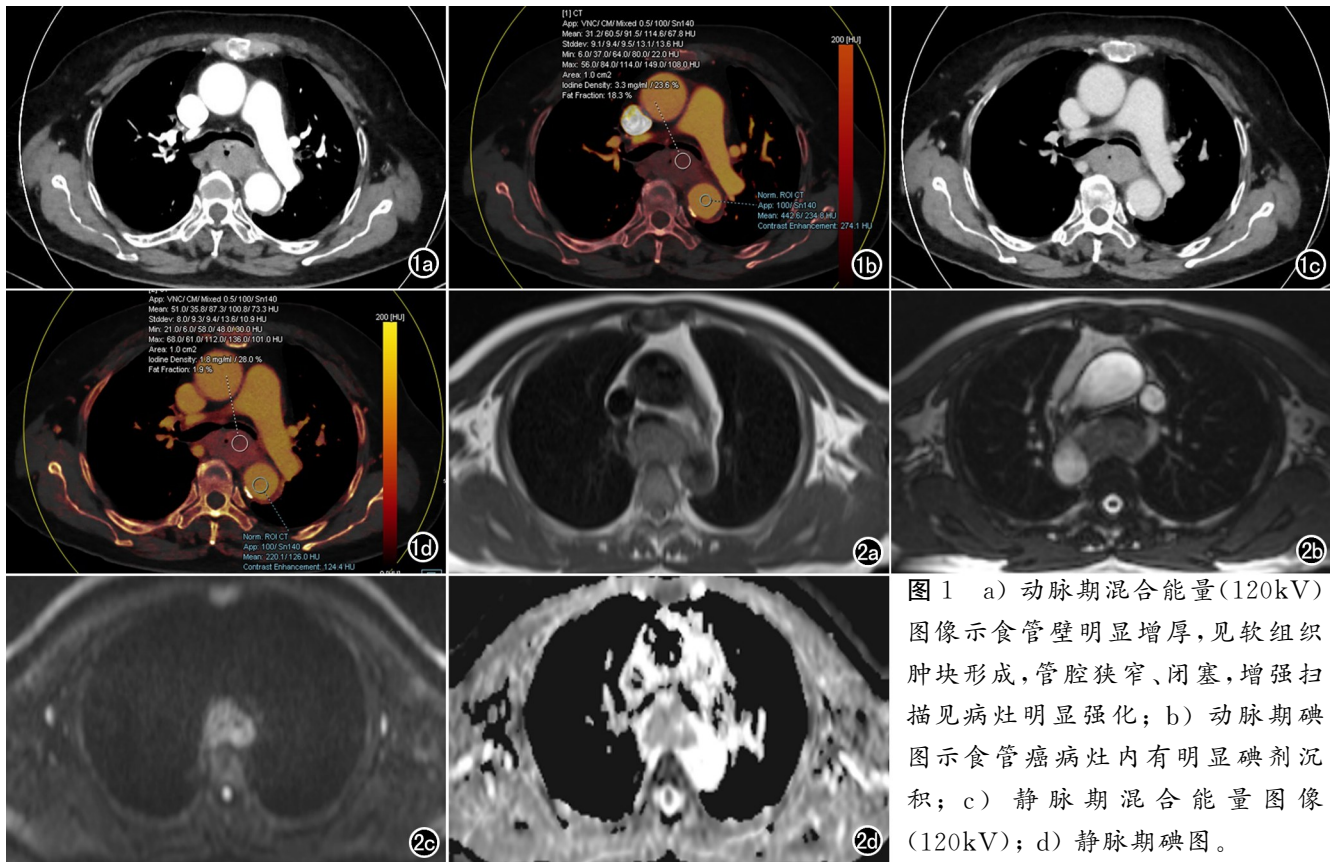


图 1 a) 动脉期混合能量(120kV) 图像示食管壁明显增厚,见软组织 肿块形成,管腔狭窄、闭塞,增强扫 描见病灶明显强化; b) 动脉期碘 图 示 食 管 癌 病 灶 内 有 明 显 碘 剂 沉 积; c) 静脉期混合能量图像 (120kV); d) 静脉期碘图。

图 2 男,60 岁,食管上段中分化鳞状细胞癌。a) T₁WI 食管上段管壁明显不规则增厚,呈等信号,管腔狭 窄;b) T₂WI 病灶呈稍高信号,正常高信号食管粘膜线中断;c)DWI 食管管壁增厚,肿块呈明显不均质高信 号;d) ADC 图病变呈低信号。

表 1 不同病理分级食管癌 NIC 值及 CT 强化程度比较结果

病理分级	例数(个)	NIC 值(mg/mL)		CT 强化程度(HU)	
		动脉期	静脉期	动脉期	静脉期
高分化	17	1.54±0.34	1.55±0.52	14.40±3.91	25.65±4.43
中分化	24	1.72±0.50	1.80±0.62	14.26±7.35	27.55±6.82
低分化	19	2.10±0.40	2.19±0.35	16.17±6.89	30.77±6.38
F 值		7.869	6.974	0.547	3.335
P 值		0.001	0.002	0.582	0.043

注: NIC 标准化碘浓度

意义($P<0.05$);高分化与中分化 NIC 值差异均无统 计学意义($P>0.05$)。静脉期 CT 强化程度高分化与 低分化组间差异有统计学意义($P<0.05$),其余两组 间差异均无统计学意义($P>0.05$)。

3. 不同病理分级食管癌的 ADC 值比较(表 2)

病灶的 ADC 值均随着肿瘤分化程度增高而升高, 并对高分化组、中分化组、低分化组 3 组间行两两比较 后得出各分化组间差异均有统计学意义($P<0.05$)。

表 2 不同分化程度食管癌 ADC 值($\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)比较

分化程度	例数	ADC
高分化	17	1.16±0.11
中分化	24	1.03±0.09
低分化	19	0.95±0.12

注: $F=21.594, P=0.000$

4. ROC 曲线分析 NIC 值及 ADC 值对中高分化

食管癌与低分化食管癌鉴别诊断效能

把不同分化程度食管癌分为 2 组即低分化组和中 高分化组。以食管癌病灶为观察目标,应用 ROC 曲 线分析 NIC 值及 ADC 值对中高分化食管癌与低分化 食管癌鉴别诊断效能。依 ROC 曲线分析结果得知 NICp 曲线下面积最大,其诊断效能最大,选取 1.92mg/mL 作为诊断阈值,其敏感度和特异度均较 高,分别为 80.5%和 89.5%(表 3)。

表 3 中高分化与低分化食管癌 NIC 值及 ADC 值 ROC 曲线分析结果

参数指标	AUC	P	界值	敏感度 (%)	特异度 (%)
NICA(mg/mL)	0.801	0.000	1.88	82.9	73.7
NICP(mg/mL)	0.817	0.000	1.92	80.5	89.5
ADC 值	0.816	0.000	1.04	65.9	89.5

注: NIC 标准化碘浓度; NICA 动脉期期 NIC 值; NICP 静脉期 NIC 值; ADC 表观扩散系数值

讨 论

食管癌是恶性程度较高消化道肿瘤,近年来其发病率逐年增加^[8],食管癌病理分型以鳞癌多见,占 90% 以上,而腺癌少见,病理学上按照分化程度不同将其分为高分化、中分化、低分化癌。

研究^[9]发现肿瘤供血早期主要来源于宿主血管,肿瘤进一步发展会促进肿瘤自身新生血管的大量生成,肿瘤分化程度越差,其肿瘤新生血管越丰富,但是新生肿瘤血管存在发育不成熟、血管纤曲、紊乱并且血管通透性较高特点。CT 增强扫描病理基础是碘对比剂在组织微血管充盈,因此可知肿瘤强化程度与瘤内微血管密度及结构呈正相关,进而可反映肿瘤血管生成情况^[10]。双源 CT 标准化碘浓度能够反映肿瘤分化程度,主要原因可能是不同分化程度肿瘤其血管形成强度不同,分化程度差的肿瘤其血供相对越丰富,增强扫描时病灶内沉积碘剂越多,进而可以通过病灶内碘浓度测量来反映肿瘤分化程度。因此,分化程度越低的食管癌其肿瘤微血管密度越高,测量标准化碘浓度越高^[11-12]。

DWI 能够从分子水平上早期检测组织与器官病理生理学改变。ADC 值可以定量评估肿瘤组织微结构变化^[13-15]。研究表明肿瘤组织中水分子自由扩散能力是影响 ADC 值大小主要因素^[16]。病理学上食管癌分化程度越低,肿瘤细胞越大,肿瘤细胞增多且排列紧密,肿瘤组织细胞外间隙减小,水分子自由扩散受限,因而 ADC 值减低,即理论上分化程度不同食管癌之间 ADC 值不同。

本组研究结果显示不同分化程度食管癌 NIC 值不同,分化程度越低,其 NIC 值越高,其原因可能是由于不同病理分级食管癌其血供及微血管密度不同。各组间两两比较得出高分化与低分化食管癌、中分化与低分化食管癌标准化碘浓度间差异有统计学意义($P < 0.05$),而高分化与中分化食管癌间标准化碘浓度差异无统计学意义($P > 0.05$),可能是由于高分化与中分化食管癌分化程度均较高,肿瘤血管生成情况相差不大所致病灶内碘剂沉积无明显差异所致。本研究测量了不同病理分级食管癌的 ADC 值,结果显示不同病理分级食管癌 ADC 值亦不同,各组间两两比较得出高分化与低分化食管癌、高分化与中分化及中分化与低分化食管癌 ADC 值间差异均有统计学意义($P < 0.05$)。因此认为 ADC 值可以作为鉴别食管癌恶性程度定量指标。

本研究通过 ROC 曲线分析病灶 NIC 值及 ADC 值对于中高分化食管癌与低分化食管癌的鉴别诊断价值,结果表明二者均有鉴别诊断价值,其中 NIC 值对

于中高分化与低分化食管癌的鉴别以静脉期曲线下面积最大,诊断效能最高,相应诊断阈值为 1.92mg/mL,敏感度和特异度均较高,分别为 80.5% 和 89.5% ; ADC 值对于中高分化食管癌与低分化食管癌鉴别诊断阈值为 $1.04 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,其敏感度和特异度分别为 65.9% 和 85.9%,通过对比显示出二者均有助于鉴别肿瘤血管生成情况,但以碘定量分析价值更高。

参考文献:

- [1] Ferlay J, Shin HR, Bray F, et al. Estimates of worldwide burden of Cancer in 2008: GLOBOCAN 2008 [J]. *Int J Cancer*, 2010, 127 (12): 2893-2917.
- [2] Chien HC, Chen HS, Wu SC, et al. The prognostic value of metastatic lymph node number and ratio in oesophageal squamous cell carcinoma patients with or without neoadjuvant chemoradiation [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2016, 50(2): 337-343.
- [3] Kang MJ, Park CM, Lee CH, et al. Dual-energy CT: clinical applications in various pulmonary diseases [J]. *Radiographics*, 2010, 30 (3): 685-698.
- [4] Garcia-Figueiras R, Goh VJ, Padhani AR. CT perfusion in oncologic imaging: a useful tool? [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2013, 200(1): 8-19.
- [5] Sakurada A, Takahara T, Kwee TC, et al. Diagnostic performance of diffusion-weighted magnetic resonance imaging in esophageal cancer [J]. *Eur Radiol*, 2009, 19(6): 1461-1469.
- [6] 刘小静, 周胜利, 陈伟, 等. 磁共振扩散加权成像在食管癌显示及恶性程度评估中的应用 [J]. *临床放射学杂志*, 2016, 35(5): 763-767.
- [7] 陈伟, 朱艳, 徐青青, 等. 食管癌扩散加权成像的 b 值选取及其在恶性程度评估中的应用 [J]. *放射学实践*, 2016, 31(12): 1182-1185.
- [8] Siegel R, Naishadham D, Jemal A. Cancer statistics, 2012 [J]. *CA Cancer J Clin*, 2012, 62(1): 10-29.
- [9] Iannaccone R, Laghi A, Passariello R. Multislice CT angiography of mesenteric vessels [J]. *Abdom Imaging*, 2004, 29(2): 146-152.
- [10] Iordache S, Saftoiu A, Georgescu CV, et al. Vascular endothelial growth factor expression and micro-vessel density-two useful tools for the assessment of prognosis and survival in gastric cancer patients [J]. *J Gastrointest Liver Dis*, 2010, 19(2): 135-139.
- [11] 刘小静, 苗重昌, 周胜利. 双源 CT 能谱曲线在食管癌诊断及病理分级中的应用价值 [J]. *临床和实验医学杂志*, 2016, 15(7): 692-695.
- [12] 李扬, 时高峰, 王琦, 等. 双期增强最佳单能量图像在食管癌诊断中的价值 [J]. *临床放射学杂志*, 2014, 33(10): 1588-1592.
- [13] 王亚婷, 朱艳, 陆洋, 等. 表观弥散系数平均值及最小值与肝癌病理学特征的相关性研究 [J]. *中国临床医学影像杂志*, 2017, 28 (11): 805-809.
- [14] 张坤, 李绪斌, 马菊香, 等. 肝细胞肝癌肿瘤 ADC 值与病理分级的相关性研究 [J]. *临床放射学杂志*, 2016, 35(5): 728-731.
- [15] De Robertis Riccardo, DOnofrio Mirko, Zamboni Giulia, et al. Pancreatic neuroendocrine neoplasms: clinical value of diffusion-weighted imaging [J]. *Neuroendocrinology*, 2015, 103(6): 758-770.
- [16] Liu Y, Ye Z, Sun H, et al. Grading of uterine cervical cancer by using the ADC difference value and its correlation with microvascular density and vascular endothelial growth factor [J]. *Eur Radiol*, 2013, 23(3): 757-65.