

CT强化率、灌注参数与胃癌病灶中HER2表达的关系

刘洋, 高剑波, 岳松伟, 刘甲, 高献争, 郑琰, 张燕丽

背景资料
随着胃癌的发病率增高及年轻化, 提高其预后是亟待解决的问题。常规计算机断层扫描(computed tomography, CT)在胃癌诊断、评估预后及疗效方面的应用已经非常成熟。随着肿瘤靶向分子的不断发现, 分子影像学在肿瘤方面的研究成为热点。CT功能成像为肿瘤分子影像学的发展中提供了更好的技术和应用前景。

刘洋, 高剑波, 岳松伟, 刘甲, 高献争, 郑琰, 张燕丽, 郑州大学第一附属医院放射科 河南省郑州市 450052
刘洋, 在读硕士, 主要从事腹部影像学的研究。
国家自然科学基金资助项目, No. 81271573
作者贡献分布: 本文由刘洋进行课题设计、参与研究过程、数据分析及论文写作; 高剑波与岳松伟参与课题设计; 刘甲与高献争参与研究过程; 郑琰与张燕丽提供试剂。
通讯作者: 高剑波, 主任医师, 450052, 河南省郑州市二七区建设东路1号, 郑州大学第一附属医院放射科. cjr.gaojianbo@vip.163.com
电话: 0371-67967318
收稿日期: 2014-10-09 修回日期: 2014-11-30
接受日期: 2014-12-08 在线出版日期: 2015-01-28

Correlation between CT contrast enhancement ratio and CT perfusion parameters and expression of HER2 in gastric cancer

Yang Liu, Jian-Bo Gao, Song-Wei Yue, Jia Liu, Xian-Zheng Gao, Yan Zheng, Yan-Li Zhang

Yang Liu, Jian-Bo Gao, Song-Wei Yue, Jia Liu, Xian-Zheng Gao, Yan Zheng, Yan-Li Zhang, Department of Radiology, the First Affiliated Hospital, Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, Henan Province, China
Supported by: National Natural Science Foundation of China, No. 81271573
Correspondence to: Jian-Bo Gao, Chief Physician, Department of Radiology, the First Affiliated Hospital, Zhengzhou University, 1 Jianshe East Road, Erqi District, Zhengzhou 450052, Henan Province, China. cjr.gaojianbo@vip.163.com
Received: 2014-10-09 Revised: 2014-11-30
Accepted: 2014-12-08 Published online: 2015-01-28

Abstract

AIM: To evaluate the correlation between the computed tomography (CT) contrast enhancement ratio (CER) in arterial phase and venous phase, CT perfusion parameters and expression of human epidermal growth factor receptor 2 (HER2) in pathologically proven gastric cancer.

METHODS: A retrospective analysis of triple-phase CER was performed on 105 patients who underwent MSCT. A retrospective analysis of CT perfusion parameters including maximal arterial flow (AF), blood volume (BV), blood flow (BF) and clearance (CL) was performed on

50 patients who underwent 320-detector-row CT perfusion. The expression of HER2 was detected by immunohistochemistry in all the patients. The differences in CER and CT perfusion parameters between the HER2-negative and HER2-positive groups were analyzed.

RESULTS: The triple-phase CER values in the HER2-negative group were 0.65 ± 0.35 , 1.18 ± 0.53 and 2.62 ± 1.41 , respectively; the corresponding values in the HER2-positive group were 0.78 ± 0.44 , 1.47 ± 0.61 and 2.37 ± 1.36 . CER in the venous phase was significantly higher in the HER2-positive group than in the HER2-negative group ($P = 0.010$), although CER values in the arterial phase and arterial-venous phase were not significantly different ($P = 0.094$, 0.597). The perfusion parameters in the HER2-negative group were as follows: $AF = 117.15 \text{ mL}/(100 \text{ mL} \cdot \text{min}) \pm 31.56 \text{ mL}/(100 \text{ mL} \cdot \text{min})$, $BV = 20.69 \text{ mL}/100 \text{ mL} \pm 13.41 \text{ mL}/100 \text{ mL}$, $BF = 6.42 \text{ mL}/(100 \text{ mL} \cdot \text{min}) \pm 4.25 \text{ mL}/(100 \text{ mL} \cdot \text{min})$, and $CL = 4.46 \text{ 1/s} \pm 2.25 \text{ 1/s}$; the corresponding values in the HER2-positive group were $119.08 \text{ mL}/(100 \text{ mL} \cdot \text{min}) \pm 41.97 \text{ mL}/(100 \text{ mL} \cdot \text{min})$, $20.07 \text{ mL}/100 \text{ mL} \pm 14.46 \text{ mL}/100 \text{ mL}$, $6.39 \text{ mL}/(100 \text{ mL} \cdot \text{min}) \pm 3.68 \text{ mL}/(100 \text{ mL} \cdot \text{min})$, and $5.63 \text{ 1/s} \pm 2.90 \text{ 1/s}$. There was no significant difference in AF, BV, BF or CL between the two groups ($P = 0.888$, 0.886 , 0.979 and 0.123 , respectively).

CONCLUSION: The CER in venous phase is significantly higher in the HER2-positive group than in the HER2-negative group, but there is no significant difference in the CT perfusion parameters.

© 2015 Baishideng Publishing Group Inc. All rights reserved.

Key Words: Gastric cancer; Human epidermal growth factor receptor 2; Contrast enhancement ratio; Perfusion parameters

Liu Y, Gao JB, Yue SW, Liu J, Gao XZ, Zheng Y, Zhang YL. Correlation between CT contrast enhancement ratio and CT perfusion parameters and expression of HER2 in gastric cancer. *Shijie Huaren Xiaohua*

同行评议者
肖恩华, 教授, 中南大学湘雅二医院放射教研室

Zazhi 2015; 23(3): 426-431 URL: <http://www.wjgnet.com/1009-3079/23/426.asp> DOI: <http://dx.doi.org/10.11569/wcjd.v23.i3.426>

摘要

目的: 探讨常规计算机断层扫描(computed tomography, CT)动脉期、静脉期及动脉-静脉期的强化率(contrast enhancement ratio, CER), CT灌注参数与胃癌病灶中人类表皮生长因子受体2(human epidermal growth factor receptor 2, HER2)表达的关系。

方法: 回顾性分析行腹部常规增强扫描且术后病理证实为胃癌的105例患者, 分别测量肿瘤最大层面的平扫及双期增强的CT值计算三期的CER; 搜集术前胃镜初诊为胃癌且320排CT行体部灌注扫描, 术后又经病理证实的患者50例, 分别测量肿瘤最大层面的灌注值动脉血流量(arterial flow, AF)、血容量(blood volume, BV)、血流量(blood flow, BF)、清除率(clearance, CL); 采用统计学方法分别分析两种检查方法所测得各个参数在HER2表达阴性和HER阳性组间差异。

结果: 常规扫描HER2阴性组三期CER分别为 0.65 ± 0.35 、 1.18 ± 0.53 、 2.62 ± 1.41 , HER2阳性组三期CER分别为 0.78 ± 0.44 、 1.47 ± 0.61 、 2.37 ± 1.36 , 阳性组较阴性组静脉期CER较高, 且有统计学差异($P = 0.010$); 但动脉期和动脉-静脉期CER均差异无统计学意义(P 值为0.094、0.597)。灌注扫描组: 阴性组 $AF = 117.15 \text{ mL}/(100 \text{ mL} \cdot \text{min}) \pm 31.56 \text{ mL}/(100 \text{ mL} \cdot \text{min})$ 、 $BF = 6.42 \text{ mL}/(100 \text{ mL} \cdot \text{min}) \pm 4.25 \text{ mL}/(100 \text{ mL} \cdot \text{min})$ 、 $BV = 20.69 \text{ mL}/100 \text{ mL} \pm 13.41 \text{ mL}/100 \text{ mL}$ 、 $CL = 4.46 \text{ 1/s} \pm 2.25 \text{ 1/s}$; 阳性组 $AF = 119.08 \text{ mL}/(100 \text{ mL} \cdot \text{min}) \pm 41.97 \text{ mL}/(100 \text{ mL} \cdot \text{min})$ 、 $BF = 6.39 \text{ mL}/(100 \text{ mL} \cdot \text{min}) \pm 3.68 \text{ mL}/(100 \text{ mL} \cdot \text{min})$ 、 $BV = 20.07 \text{ mL}/100 \text{ mL} \pm 14.46 \text{ mL}/100 \text{ mL}$ 、 $CL = 5.63 \text{ 1/s} \pm 2.90 \text{ 1/s}$, t 检验后分析两组的灌注参数无差异(P 值分别为0.888、0.886、0.979、0.123)。

结论: HER2表达呈阳性的胃癌病灶仅静脉期CER较阴性表达的较高, 但是灌注参数却无明显差异性, 结果差异有待进一步研究。

© 2015年版权归百世登出版集团有限公司所有。

关键词: 胃癌; HER2; 强化率; 灌注参数

核心提示: 人表皮生长因子受体2(human epidermal

growth factor receptor 2, HER2)在促进肿瘤血管形成从而评价胃癌的预后的价值已经得到了肯定, HER2阳性表达的胃癌病灶的计算机断层扫描(computed tomography)静脉期的强化率更高。

刘洋, 高剑波, 岳松伟, 刘甲, 高献争, 郑琰, 张燕丽. CT强化率、灌注参数与胃癌病灶中HER2表达的关系. 世界华人消化杂志 2015; 23(3): 426-431 URL: <http://www.wjgnet.com/1009-3079/23/426.asp> DOI: <http://dx.doi.org/10.11569/wcjd.v23.i3.426>

0 引言

胃癌的发生和进展是由多个基因参与的一个过程, 人表皮生长因子受体2(human epidermal growth factor receptor 2, HER2)促进了胃癌的发生及发展, 不但是胃癌预后的一个指标, 也是靶向药物选择的指导分子之一^[1], 多排螺旋计算机断层扫描(multiple rows helical computed tomography, MSCT)在胃癌术前诊断、分期及治疗疗效的评估方面起着重要的作用^[2], 近年来计算机断层扫描(computed tomography, CT)功能成像在胃癌生物学方面的应用逐渐增多. HER2在胃癌方面的研究目前仅仅局限在病理学方向, 在胃癌影像学方面的研究较少, 本研究将胃癌的影像学表现与HER2基因的表达相结合, 研究胃癌的HER2分子影像学特点。

1 材料和方法

1.1 材料 搜集郑州大学第一附属医院2013-01/2013-06接受手术治疗且病理证实为胃癌的105例病例, 男79例, 女26例, 年龄34-71岁。术前均行常规MSCT平扫加增强检查, 且术前均未行放、化疗。搜集2013-08/2014-02病理证实为胃癌且行HER2免疫组织化学检测患者50例, 男36例, 女14例, 年龄28-68岁, 均行CT灌注成像扫描。

1.2 方法

1.2.1 扫描: 常规扫描: 禁食6-8 h, 扫描前5 min一次性大量饮水至少1200 mL, 尽量充盈胃腔, 捆绑腹带。采用64排螺旋CT扫描机, 扫描范围从剑突至脐部, 扫描层厚5 mm, 螺距1 mm, 电压120 kV, 电流300 mA; 均先行常规平扫, 后行双期增强扫描, 根据患者体质量(1.5 mg/kg)由经肘静脉内注入造影剂(碘海醇: 350 mgI/mL), 注射速率 3.5 mL/s , 分别于注射开始后35 s(动脉期)、55 s(静脉期)进行扫描, 所有数据传至后处理工作站进行分析。

研发前沿

人类表皮生长因子受体2(human epidermal growth factor receptor 2, HER2)是近年来新发现的胃癌分子靶点。关于HER2表达情况与胃癌的关系目前主要集中在病理学特征和预后方面, 分子影像学使HER2的表达宏观化, 与反应肿瘤血供的强化率和灌注成像相结合, 直观反应了HER2与胃癌肿瘤血管生成的关系。

相关报道

HER2在胃癌病灶中的意义已经得到了肯定, 对抗HER2表达的靶向治疗在临床得到了广泛的应用并提高了胃癌的预后。关于HER2表达与胃癌的影像学特点的关系的研究不多, 仅发现HER2不同表达程度的胃癌病灶的强化率不一致。

创新盘点

本研究中通过常规的增强CT成像和CT灌注成像从不同角度评价了胃癌病灶中的血供特点,间接评价了HER2在促进肿瘤血管生成中的意义,反应了HER2在为临床评估胃癌预后中的价值。

表 1 105例病例三期的CER

胃癌	动脉期CER	静脉期CER	动脉-静脉CER
阴性	0.65 ± 0.35	1.18 ± 0.53	2.62 ± 1.41
阳性	0.78 ± 0.44	1.47 ± 0.61	2.37 ± 1.36
<i>t</i> 值	-1.690	-2.628	0.530
<i>P</i> 值	0.094	0.010	0.597

CER: 强化率。

CT灌注扫描: 扫描前准备同常规扫描。采用东芝Aquilion One 320排螺旋CT, 先行常规平扫(120 kV, 250 mA), 确定病变范围; 以体部灌注模式(100 kV, 100 mA)12 cm范围以5 mL/s速率经肘静脉先后注射35 mL造影剂(碘海醇: 350 mgI/mL)和30 mL生理盐水; 所有数据传至东芝4.7工作站。

1.2.2 图像及参数分析: 由两名具有丰富经验的放射科医生独立盲法阅片, 于病灶最大横截面的实性部分绘制感兴趣区(region of interest, ROI), 测量平扫及动静脉期CT值, ROI选择需避开囊变坏死及钙化区, 测量3次取平均值, 计算动脉期、静脉期CER(动脉期、静脉期-平扫CT值/平扫CT值)和动脉-静脉期CER(静脉期-平扫CT值/动脉期-平扫CT值)。

选取灌注图像, 自助校正呼吸后, 采用Single-input Maximum模式得出动脉血流量(arterial flow, AF)和Patlak-plot模式得出血容量(blood volume, BV)、血流量(blood flow, BF)、清除率(clearance, CL); ROI选取病变部位最大的层面, 避开坏死及钙化, 测量3次取平均值。

1.2.3 病理分析: 术后选取适当癌组织, 通过免疫组织化学法检测癌组织中的HER2表达情况, 评分标准: (1)0即阴性: 胞膜无染色或者<10%细胞染色; (2)1+: >10%肿瘤细胞染色, 胞膜弱染色或者部分染色; (3)2+: >10%肿瘤细胞膜底侧面弱到中度染色; (4)3+: >10%肿瘤细胞膜完全染色或底侧面中到高度染色, 由两位经验丰富的病理科医生在高倍镜下检测HER2的表达程度。表达0和1+定为未表达即阴性, 2+和3+定为表达即为阳性^[3]。

统计学处理 采用SPSS17.0统计学软件进行数据分析, 独立样本 t 检验对各组数据进行了分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

常规扫描的胃癌病例HER2阴性组62例, HER2

阳性组43例; 灌注扫描中HER2阴性组22例, HER2阳性组28例。按照统计学方法分析两种检查方法分别所测得的三期CER、灌注参数得出: 阴性组的静脉期CER低于阳性组, 动脉期CER、动脉-静脉期CER及所有灌注值均无明显差异(表1, 2, 图1, 2)。

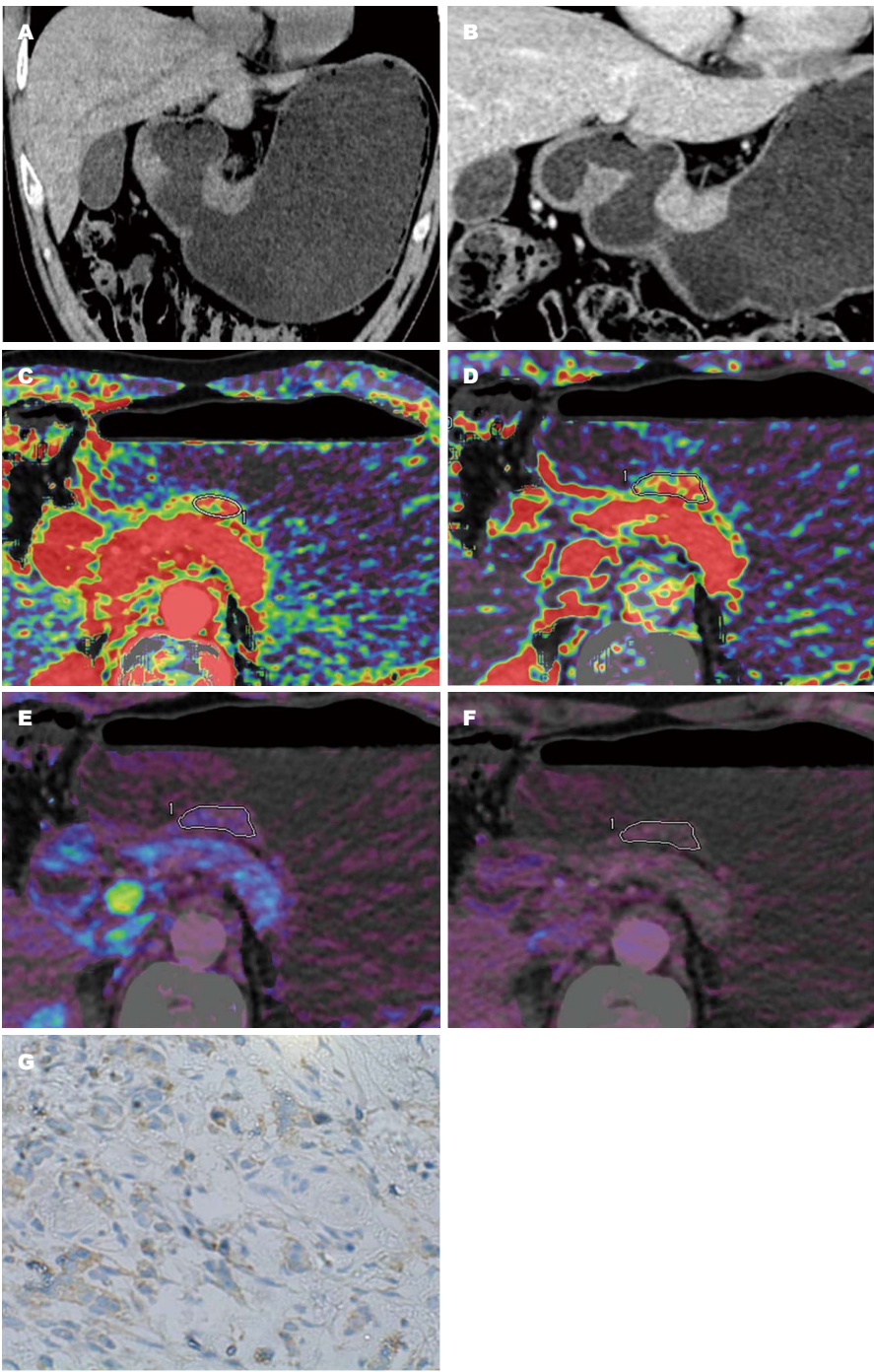
3 讨论

胃癌的发病率在逐渐的上升, 且80%患者在就诊时已经处于进展期, 甚至晚期^[4]。HER2与胃癌的生物学特性及预后密切相关, 是胃癌肿瘤细胞标志分子靶点之一^[5], HER2的检测已经纳入新的临床治疗指南。常规增强CT在胃癌方面的研究已经趋向成熟, 已经成为胃癌术前常规检查之一。CT灌注成像在肿瘤影像学中的应用越来越广泛, 主要用来量化肿瘤的血管生成的生理变化, 从而用来评价肿瘤的生物学特性和预后^[6]。

肿瘤获得血供有两种途径, 即肿瘤新生血管和肿瘤侵犯、共用宿主血管; 肿瘤组织的血管的数量决定强化程度^[7], HER2在血管生长因子诱导的血管生成中发挥重要作用^[8], 可上调血管内皮生长因子受体的表达从而促进肿瘤新生血管生成^[9]。本研究按照HER2改良评分标准进行了分组, 2+以上定义为过表达即阳性, HER2阳性率约在7.1%-42%^[10], 本研究两组病例HER2阳性率分别为41%和58%。

HER2不同表达程度的胃癌病灶的CER不同^[11]。本研究中HER2表达阳性的肿瘤病灶仅静脉期的CER较阴性组高, 但是动脉期和动脉-静脉期CER却差异无统计学意义。胃癌肿瘤组织主要起源于毛细血管网丰富的腺体组织, 主要是动脉供血, 但是造影剂在动脉血管中停留的时间短, 在毛细血管网和静脉内停留时间长且集中, 即静脉期CER高; 肿瘤的动脉期CER主要反映瘤体内的新生动脉血管密度, 动脉-静脉期CER主要反映瘤体新生血管的通透性^[12]。HER2阳性表达组的静脉期CER高说明肿瘤组织内的毛细血管网或静脉丰富, 反应HER2在促进肿瘤毛细血管网形成和静脉形成中价值较大。肿瘤的静脉期CER可宏观反应肿瘤的毛细血管或静脉情况, 从而推断胃癌HER2表达的情况。

胃作为一种空腔脏器, 其自身的蠕动及呼吸运动一直限制CT灌注成像在其方面的应用,



应用要点
胃癌的分子影像学特点可以反应胃癌的生物学特点, 常规的增强CT简单易行, 在胃癌的应用中更广泛, 作为动态增强扫描的CT灌注成像在评价肿瘤的血流动力学方面更直观.

图 1 患者, 男, 52岁, 胃窦小弯侧中-低分化腺癌. A: 平扫冠状位, CT值 = 36.58 HU; B: 静脉期冠状位, CT值 = 71.83 HU; C-F: 功能伪彩图依次为AF = 117.2 mL/(100 mL·min)、BV = 53.64 mL/100 mL、BF = 6.51 mL/(100 mL·min)、CL = 2.19 1/s; G: 免疫组织化学(× 400 HP): HER2 (1+). AF: 动脉血流量; BV: 血容量; BF: 血流量; CL: 清除率.

表 2 50例病例的灌注参数分析				
胃癌	AF[mL/(100 mL·min)]	BV[mL/100 mL]	BF[mL/(100 mL·min)]	CL(l/s)
阴性	117.15 ± 31.56	20.69 ± 13.41	6.42 ± 4.25	4.46 ± 2.24
阳性	119.08 ± 41.97	20.07 ± 14.44	6.39 ± 3.68	5.63 ± 2.90
t值	-0.142	0.144	0.027	-1.569
P值	0.888	0.886	0.979	0.123

AF: 动脉血流量; BV: 血容量; BF: 血流量; CL: 清除率.

名词解释

分子影像学：医学影像技术与分子生物、化学等相结合的交界性学科。利用精密的影像学技术对活体状态下生理或病理过程在分子水平上进行的实时的定性和定量的研究，从而反应了一系列的生物学过程。

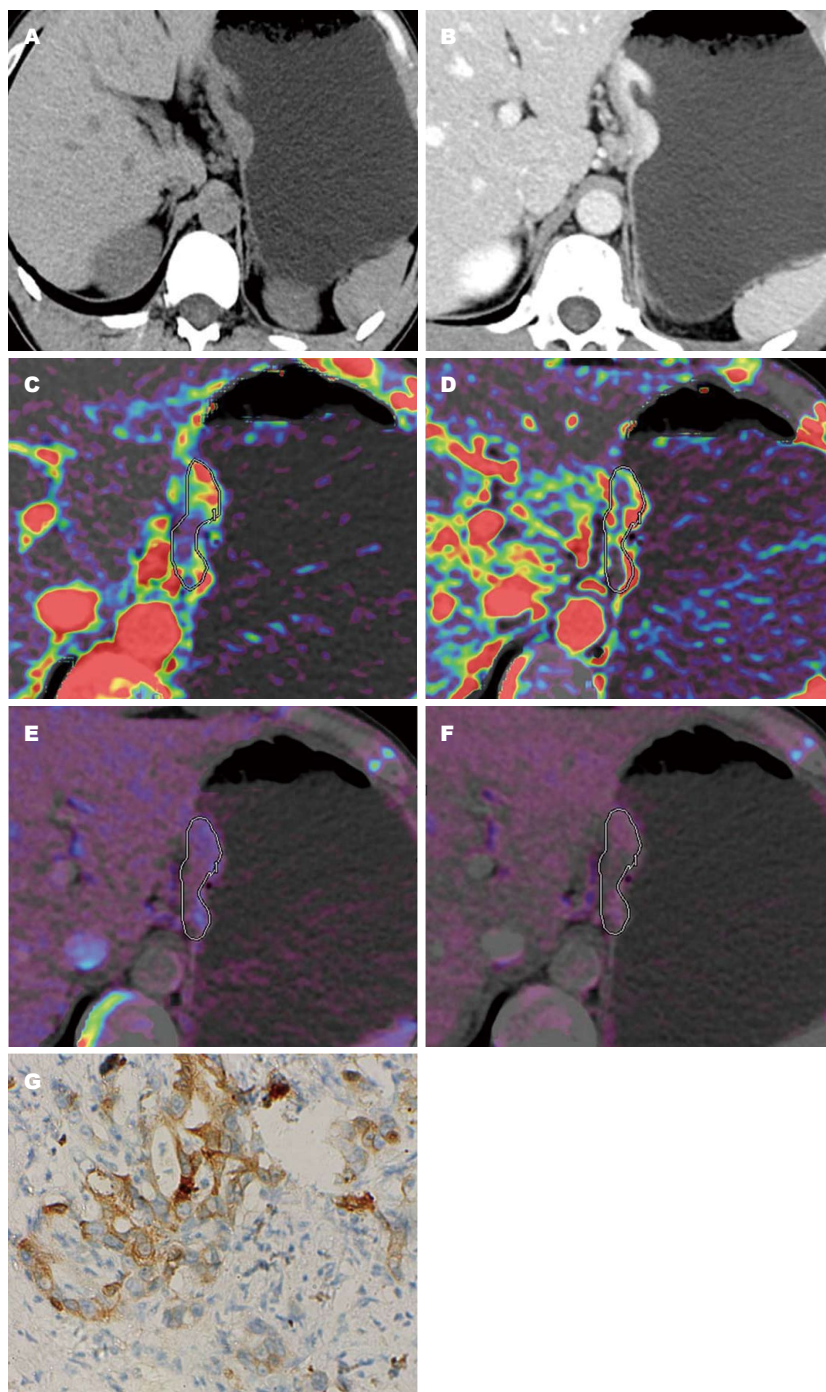


图 2 患者, 男, 36岁, 贲门小弯侧低分化腺癌并溃疡形成。A: 平扫轴位: CT值 = 41.31 HU; B: 静脉期轴位, CT值 = 89.34 HU; C-F: 功能伪彩图依次为AF = 81.43 mL/(100 mL·min)、BV = 33.22 mL/100 mL、BF = 6.88 mL/(100 mL·min)、CL = 4.37 1/s; G: 免疫组织化学(×400 HP): HER2(2+)。AF: 动脉血流量; BV: 血容量; BF: 血流量; CL: 清除率。

320排CT16宽的探测器可将胃部病变完全覆盖, 自动校正功能明显消除了呼吸运动和蠕动的伪影^[13], 弥补了以前灌注扫描的不足, 且辐射剂量较常规的灌注扫描低^[14]。灌注成像用于评价肿瘤的指标较多, 最大斜率法得出的AF和Patlak肿瘤灌注模型得出的BV、BF、CL, 这些灌注值均较常规CT对肿瘤的血供情况的评价更加直观。AF作为直接评价肿瘤动脉血管的

参数, 较常规的动脉CER更直观, 但是其在评价HER2表达情况中无意义, 更好的解释了上述的HER2阴性和阳性表达中动脉期CER无差异的原因, 进一步说明HER2对肿瘤动脉血管的生成意义不大。肿瘤血管结构不完整, 通透性增大, 即成熟欠佳^[6], CL更直观了反应了血管的通透性, HER2阳性组和阴性组间的CL无明显差异性, 与上述反应血管通透性的动脉-静脉期CER

的统计结果保持一致。作为评价全血的BV、BF与组织中的血管数量直接相关,且两者间关系密切,相互影响^[15],BV主要与毛细血管量有关,与测量所选择的感兴趣区的面积有关,但是本研究中BV、BF均与HER2的表达无关,与上述反应毛细血管及静脉血管的静脉期CER的统计结果相悖,有待进一步研究。

CT常规扫描静脉期CER从宏观反应了HER2在胃癌静脉血管生成中的价值。但是该研究中存在一定的不足和限制性,首先采用CT灌注扫描的病例数过少,且HER2阳性率过高,该研究需要进一步拓展样本量;另外采用常规CT扫描的病例和灌注扫描的病例不是同一组病例,若是同一组病例其结果更具有说服力。

4 参考文献

- 1 Sekaran A, Kandagaddala RS, Darisetty S, Lakhtakia S, Ayyagari S, Rao GV, Rebala P, Reddy DB, Reddy DN. HER2 expression in gastric cancer in Indian population--an immunohistochemistry and fluorescence in situ hybridization study. *Indian J Gastroenterol* 2012; 31: 106-110 [PMID: 22760626 DOI: 10.1007/s12664-012-0214-0]
- 2 Kumano S, Okada M, Shimono T, Kuwabara M, Yagyu Y, Imaoka I, Ashikaga R, Ishii K, Murakami T. T-staging of gastric cancer of air-filling multidetector-row CT: comparison with hydro-multidetector-row CT. *Eur J Radiol* 2012; 81: 2953-2960 [PMID: 22304982 DOI: 10.1016/j.ejrad.2011.12.039]
- 3 李娟, 李东石, 余英豪, 王烈, 欧阳学农, 谢飞来, 熊喜生. HER2蛋白在胃癌中的表达及其临床意义. *世界华人消化杂志* 2010; 18: 1375-1379
- 4 Kim JH, Eun HW, Hong SS, Kim YJ, Han JK, Choi BI. Gastric cancer detection using MDCT compared with 2D axial CT: diagnostic accuracy of three different reconstruction techniques. *Abdom Imaging* 2012; 37: 541-548 [PMID: 22080389 DOI: 10.1007/s00261-011-9823-9]
- 5 Mrklic I, Bendic A, Kunac N, Bezic J, Forempoher G, Durdov MG, Karaman I, Prusac IK, Pisac VP, Vilovic K, Tomic S. Her-2/neu assessment for gastric carcinoma: validation of scoring system. *Hepatogastroenterology* 2012; 59: 300-303 [PMID: 22260838 DOI: 10.5754/hge10776]
- 6 李攀, 高剑波, 岳松伟, 张永高, 杨学华. 胃肿瘤64层螺旋CT灌注成像的初步研究. *实用放射学杂志* 2011; 27: 552-555
- 7 陈丽红, 薛蕴菁, 段青, 孙斌. CT能谱成像定量评估胃癌分化程度. *中国医学影像技术* 2013; 29: 225-229
- 8 Hsu JT, Chen TC, Tseng JH, Chiu CT, Liu KH, Yeh CN, Hwang TL, Jan YY, Yeh TS. Impact of HER-2 overexpression/amplification on the prognosis of gastric cancer patients undergoing resection: a single-center study of 1,036 patients. *Oncologist* 2011; 16: 1706-1713 [PMID: 22143936 DOI: 10.1634/theoncologist.2011-0199]
- 9 Chen C, Yang JM, Hu TT, Xu TJ, Yan G, Hu SL, Wei W, Xu WP. Prognostic role of human epidermal growth factor receptor in gastric cancer: a systematic review and meta-analysis. *Arch Med Res* 2013; 44: 380-389 [PMID: 23871709 DOI: 10.1016/j.arcmed.2013.07.001]
- 10 Hofmann M, Stoss O, Shi D, Büttner R, van de Vijver M, Kim W, Ochiai A, Rüschoff J, Henkel T. Assessment of a HER2 scoring system for gastric cancer: results from a validation study. *Histopathology* 2008; 52: 797-805 [PMID: 18422971 DOI: 10.1111/j.1365-2559.2008.03028.x]
- 11 原宁. MSCT胃血管成像在胃癌微创治疗及靶向治疗中的应用价值. 长春: 吉林大学, 2013
- 12 殷信道, 黄文斌, 张林, 王丽萍, 卢铃铨, 王利伟, 谢光辉, 吴前芝, 王书智, 顾建平. 胃癌多层CT三期扫描CER与肿瘤组织分化程度及瘤内脉管侵犯的关系. *中华胃癌外科杂志* 2010; 13: 728-731
- 13 Lundsgaard Hansen M, Fallentin E, Lauridsen C, Law I, Federspiel B, Bæksgaard L, Svendsen LB, Nielsen MB. Computed tomography (CT) perfusion as an early predictive marker for treatment response to neoadjuvant chemotherapy in gastroesophageal junction cancer and gastric cancer--a prospective study. *PLoS One* 2014; 9: e97605 [PMID: 24845062 DOI: 10.1371/journal.pone.0097605]
- 14 夏燕娜, 郭华, 谭红娜, 姬丽娟, 高剑波. 320排CT动态容积CT低剂量全肝灌注成像评价氩氦刀治疗干细胞肝癌20例近期疗效. *介入放射学杂志* 2014; 23: 232-235
- 15 李春志, 徐荣天, 李响, 金银华, 刘屹. 双源CT灌注成像诊断胃癌的初步研究. *中国医学影像学杂志* 2009; 17: 329-332

同行评价

本文研究方向新颖,将胃癌的常规CT征象和灌注成像特点与胃癌的HER2表达相结合,对比研究了胃癌HER2分子影像学特点,进而反应了HER2在评价胃癌生物学特性方面的价值。

编辑: 郭鹏 电编: 都珍珍

