论　著

低剂量CT灌注成像在直肠癌诊断中的应用

焦作煤业(集团)有限责任公司中央医院影像科 (河南 焦作 454100)

田卫兵*　袁春兰

【摘要】**目的** 探讨低剂量CT灌注成像在直肠癌诊断中的应用。**方法** 收集2014年12月至2017年12月我院接收的疑似直肠癌病变患者110例临床资料，所有患者均接受低剂量CT灌注扫描，以纤维肠镜检结果分为良性组(80例)与恶性组(30例)，分析低剂量CT灌注成像对直肠癌鉴别的准确性。**结果** 与良性组相比，恶性组直肠癌患者的血容量(BV)、血流量(BF)增加，平均通过时间(MTT)及达到峰值时间(TTP)降低，差异均有统计学意义(P<0.05)；低剂量CT灌注成像诊断结果与镜检结果相比，其灵敏度、特异度、准确率、kappa值分别为86.67%、96.25%、93.64%、0.838。**结论** 低剂量CT灌注成像可以反映直肠癌组织血流动力学变化，对直肠癌鉴别有一定的诊断价值。

【关键词】结肠癌；低剂量CT灌注；体层摄影术；X线计算机
【中图分类号】R735.3+5；R445.3；R812
【文献标识码】A
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2021.05.033

Application of Low-dose CT Perfusion Imaging in Diagnosis of Rectal Cancer

TIAN Wei-bing*, YUAN Chun-lan.
Department of Imaging, Jiaozuo Coal Industry (Group) Co., Ltd. Central Hospital, Jiaozuo 454100, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the application of low-dose CT perfusion imaging in the diagnosis of rectal cancer. ***Methods*** The clinical data of 110 patients suspected of rectal cancer lesions who were admitted to the hospital from December 2014 to December 2017 were collected. All patients underwent a low-dose CT perfusion scan. According to fiberoptic colonoscopy, they were divided into the benign group (80 cases) and malignant group (30 cases). The accuracy of low-dose CT perfusion imaging for identifying rectal cancer was analyzed. ***Results*** Compared with the benign group, blood volume (BV) and blood flow (BF) were increased, while mean transit time (MTT) and time to peak (TTP) were decreased in the malignant group (P<0.05). Compared with colonoscopy results, sensitivity, specificity, accuracy and kappa value of low-dose CT perfusion imaging were 86.67%, 96.25%, 93.64% and 0.838, respectively. ***Conclusion*** Low-dose CT perfusion imaging can reflect hemodynamic changes of rectal cancer tissue, which is of certain diagnostic value for identifying rectal cancer.

Keywords: Colon Cancer; Low-dose CT Perfusion; Tomography; X-ray Computed

直肠癌是指发生在齿状线与直肠乙状结肠交界处之间的癌，属于消化道恶性肿瘤[1]。直肠癌的发病原因与饮食习惯、家族性遗传病以及溃疡性结肠炎等因素有关[2]，依据病理角度可以分为腺癌、黏液癌、乳头状腺癌、腺鳞癌、胶样癌、类癌等，手术是治疗直肠癌的主要措施[3]。由于直肠癌早期症状缺乏特异性，导致多数患者确诊时已是癌症晚期[4]。因此，早期的诊断筛查对预防、治疗直肠癌具有重要意义。机体的生理、病理过程均有血管生存参与，在肿瘤的侵袭迁移过程中，丰富的血管网为肿瘤组提供充足的营养物质与氧分[5]。CT灌注成像技术不仅可以反映肿瘤组织的病理学、解剖学变化，还可以显示组织血流动力学变化，可对肿瘤性质、分期进行鉴别，同时还可以对治疗效果进行预测。随着CT技术不断发展，CT灌注成像技术的临床运用范围越来越广，但CT灌注成像技术的高辐射剂量会增大诱导肿瘤风险增大，导致其发展受到限制。因此，低剂量CT灌注成像技术研究已成为近年来的研究热点，已有研究显示，低剂量CT灌注成像可以清晰显示乳腺癌肿瘤肿块的血流灌注特点及形态学变化，客观性好且重复性高，同时还具有较高的诊断价值[6]。本研究发现低剂量CT灌注成像在直肠癌诊断中具有较好的诊断价值，现将研究结果报道如下。

1 材料与方法

1.1 一般资料 收集2014年12月至2017年12月我院收治的疑似直肠癌病变患者110例临床资料，以纤维肠镜检查结果分为良性组与恶性组，其中良性组(80例)：男59例，女21例，年龄22~65岁，平均年龄(55.88±6.85)岁。恶性组(30例)：男23例，女7例，年龄22~65岁，平均年龄(55.21±6.57)岁。

纳入标准：年龄22~65岁；排便习惯改变，便血且临床触诊检查疑似直肠癌患者；无碘过敏史者；初诊患者；临床资料完整。

排除标准：CT扫描前接受过微循环治疗者；接受过放化疗治疗者；前列腺增生史者；患有肠道狭窄、扩张、穿孔以及梗阻等疾病者。

1.2 方法 检查前3d患者进食流质食物，检查前1d口服液体石蜡2次，100mL/次，2次服用间隔时间为2h，进行灌肠清洁。检查当日早上禁食，检查前10min肌肉注射山莨菪碱10mg，注入温生理盐水1000mL，使肠管扩张充分。所有患者均采

【第一作者】田卫兵，男，副主任医师，主要研究方向：CT、MRI影像诊断。E-mail：twbingjm@163.com
【通讯作者】田卫兵

用Aquilion one 320层螺旋CT灌注扫描，电压100kV，电流100mA，层厚0.5mm，螺距0mm，球管旋转速度0.5s/圈，Z轴覆盖范围160mm。患者取仰卧，手臂上举放置头顶，起始线定位于胸骨中断，检测进行轻呼吸，以降低小腹运动幅度。先进行常规扫描，确定肿瘤的位置，以肿瘤最大的层面作为靶层面，肘静脉注射40mL碘普罗胺注射液(300mg/mL)，注射流率3mL/s，注射后8s开始扫描，连续扫描70s。

1.3 图像处理分析 所有图像均传送至GE独立工作站，采用GE自带的灌注功能软件对图像进行分析，去掉不在同一平面或者有严重伪影的图像，选择流入靶动脉与流出靶静脉，经灌注功能软件计算出CT灌注图像并自动绘制靶动脉、靶静脉感兴趣区，得出层面的时间-密度曲线(time-density curve，TDC)，再依据TDC采用自带软件计算出感兴趣区的血容量(blood volume，BV)、血流量(blood now，BF)、平均通过时间(mean transit time，MTT)及达到峰值时间(time to peak，TTP)，所有重组图像分别由有10~20年工作经验的2位放射科医师单独阅读分析，且读片医师对患者临床资料、病历记录均不知情，出现意见不统一时，则由另一位高年资医师进行双盲阅片。

1.4 统计学方法 采用Kappa检验低剂量CT灌注诊断结果与镜检结果的一致性，若Kappa≥0.75表明一致性较好，0.4≤Kappa<0.075表明一致性一般，Kappa<0.4表明一致性较差。计量资料采用($\bar{x}\pm s$)的形式表示，满足正态分布与方差齐性检验则采取独立样本t检验，若不满足则采取Mann-Whitney U检验，P<0.05表示差异有统计学意义，应用SPSS 22.0软件进行统计分析。

2 结 果

2.1 低剂量CT灌注图像表现 所有患者均先进行常规CT扫描，直肠壁呈现出不同程度增厚，部分患者伴有明显强化或钙化，见图1。待确定疑似病灶后再进行低剂量CT灌注扫描，所有患者扫描均顺利完成，得到患者病变组织BV、BF及MTT，见图2。

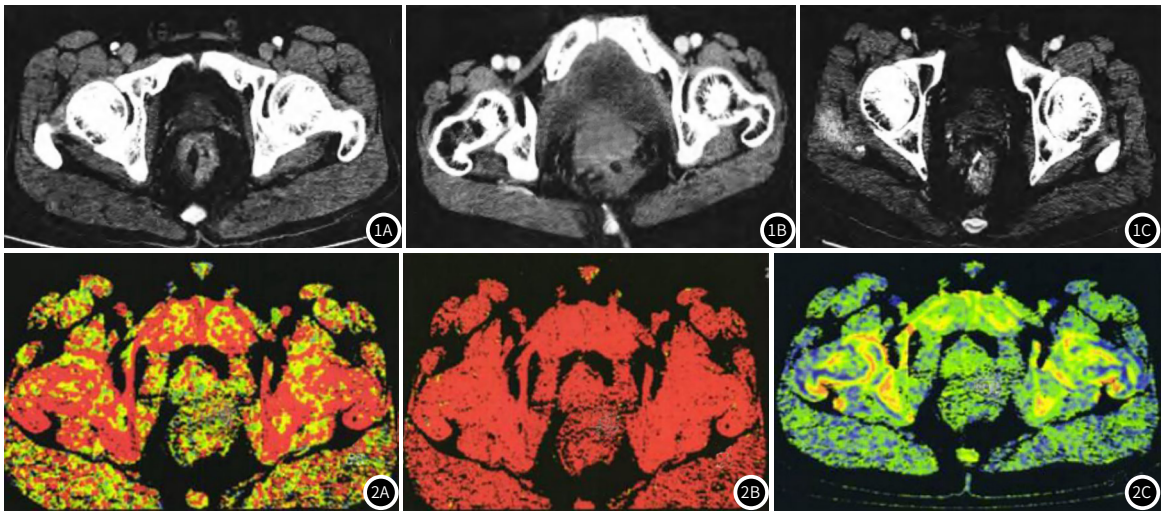

图1 直肠组织CT扫描图。1A：直肠壁呈现出不规则增厚，强化明显；1B：直肠壁增厚、钙化，强化不明显；1C：强化增强，直肠壁增厚不均匀。**图2** 同一患者低剂量CT灌注图。2A：病变部位血流量(BF)；2B：病变部位血容量(BV)；2C：病变部位平均通过时间(MTT)。

2.2 两组患者灌注参数比较 与良性组相比，恶性组患者的BV、BF均增加，而MTT与TTP均升高，差异具有统计学意义(P<0.05)，见表1。

2.3 低剂量CT灌注与镜检结果比较 镜检结果显示(表2)，110例患者中有30例为恶性肿瘤，80例患者为良性；低剂量CT灌注成像诊断29例患者为恶性，81例患者为良性。低剂量CT灌注成像诊断的灵敏度为86.67%，特异度为96.25%，准确率为93.64%，kappa值为0.838。

表1 两组患者灌注参数比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	BV(mL/100g)	BF[mL/(100g·min)]	MTT(s)	TTP(s)
恶性组	30	38.77±5.73	201.94±66.88	10.25±3.55	22.96±5.11
良性组	80	22.65±6.29	126.37±38.41	16.88±3.28	31.20±5.38
t		12.254	7.392	9.231	7.250
P		0.000	0.000	0.000	0.000

表2 低剂量CT灌注与镜检结果比较(例)

检查方法		镜检结果		合计
		恶性	良性	
低剂量CT灌注	恶性	26	3	29
	良性	4	77	81
合计		30	80	

3 讨 论

我国直肠癌发病率占恶性肿瘤发病率第3位，其死亡率位居第5位，发病年龄大部分集中在40~50岁，且男性多于女性[7]。直肠为空腔脏器，导致早期小病灶不易发现，只有在注入对比剂后才可以显现[8]。CT灌注成像是临床常用的功能成像

方法，依据病变组织的供血特点进行鉴别与诊断，在多种疾病诊断中得到较好运用。辐射剂量在CT图像质量、鉴别诊断准确率中具有重要作用，有研究发现，电离辐射不仅会对组织造成损伤，还会使DNA、染色体断裂，组织损伤可以通过细胞修复系统进行修复，但DNA双链修复时发生错误修复导致点突变、基因融合会增加诱发癌症病变机率[9-10]。既往研究显示，CT灌注成像的辐射剂量是普通CT的1倍以上，使重复诊断的慢性疾病与恶性肿瘤患者的辐射接受剂量增多，增大肿瘤发生风险。因此，低剂量CT灌注逐渐受到重视。

CT灌注成像技术的基础理论是核医学示踪剂动力学原理，经静脉注射碘对比剂，对靶向层面进行动态扫描，能够获得该层面的TDC。TDC是以时间为横坐标、注射后像素CT差值为纵坐标的曲线图，可以反映碘对比剂在组织器官的浓度变化，由此可以间接反映该组织器官的血流灌注变化。CT灌注成像技术采用的数学模型主要有去卷模型与非去卷模型，非去卷模型的理论基础为Fick原理，是指测定时间内组织内部的非离子型对比剂含量与动脉流入、静脉流出的差值相等。去卷模型能够反映组织留存对比剂与时间的变化，可以更好地反映观察部位组织中微循环变化，同时对对比剂的注射效率要求低，受影像学噪声影响小，本研究所采用的灌注软件模型就是去卷模型，依据TDC曲线计算出观察组织的BV、BF、MTT与TTP，由此来评估组织的灌注情况。

BV是在某个特定组织血管结构含有的血容量，可以表现功能化血管结构、组织中的血管密度以及官腔开放状态。BF是指单位时间内通过某个特定组织血管结构的血含量。MTT是指血液经过静脉、静脉窦、毛细血管、动脉血管结构的时间。TTP是指对比剂从开始注射时至组织强化达到峰值的时间，可以反映出被观察组织供血特点与血管壁的部分功能。本研究结果显示，恶性组患者BV、BF水平显著高于良性组，而MTT、TTP明显低于良性组患者。直肠癌组织内部的血供丰富，血管密度较高，同时随着肿瘤组织生长，新生肿瘤血管增加基底膜通透性，所以直肠癌组织的血流量增大。还有学者认为直肠癌组织中含有大量开放的动静脉侧支血管，所以血容量增大，同时动静脉侧支血管的血流阻力较小，基底膜也呈现出不完整状态，增加了血管通透性，最终是直肠癌病变组织的血流量增加，血流通过时间降低。周志鹏等[11]研究显示直肠癌组织的BV、BF值明显高于良性直肠组织，CT灌注参数对直肠癌组织的鉴别、直肠癌分化程度存在参考价值。罗鸣等[12]研究认为CT灌注成像参数可以反映结直肠癌患者的微血管密度并对肿瘤的侵袭转移能力存在一定的评定价值，但是与肿瘤分期及分化程度无关。杜彦挺等[13]研究表明CT脑灌注成像可以监测颅骨修补术前后患者脑组织血流灌注变化，孙宏亮等[14]研究表明直肠癌CT肿瘤最大层面灌注成像参数测量的可重复性较好，能够反映肿瘤组织血管生成情况。本研究结果也显示直肠癌患者CT灌注参数BV、BF增加，MTT、TTP降低，表明直肠癌病变组织存在较高的血流量、血容量，能够反映出肿瘤组织的血流灌注状态。本研究还发现的低剂量CT灌注成像的准确率较高，与镜检结果的一致性较高，并且此结果与文献[15]相似。

综上所述，低剂量CT灌注成像在能够降低辐射剂量的基础上，还可以清楚地显示直肠癌病变组织形态以及组织中的血流灌注特点，具有更好的客观性与重复性，对直肠癌具有较好的鉴别诊断价值。

参考文献

[1]São Julião G P,Habr-Gama A,Vailati B B,et al.New strategies in rectal cancer[J].Surg Clin North Am,2017,97(3):587-604.

[2]李玥伶,冯斐,燕锦,等.腌腊肉制品摄入及与其他饮食习惯、生活方式的交互作用和结直肠癌发生风险的探讨[J].中华流行病学杂志,2016,37(7):1006-1011.

[3]曾焕虹,付卫.国外腹腔镜手术治疗直肠癌的现状及研究进展[J].中国微创外科杂志,2016,16(7):650-655.

[4]蒋海涛,何沂洋,刘霞.Notch信号通路及miRNA在结直肠癌中的研究进展[J].重庆医学,2017,46(27):3875-3877.

[5]马锐,夏海滨.针对抗肿瘤血管生成的分子靶向治疗进展[J].细胞与分子免疫学杂志,2017,33(3):423-427.

[6]沈卫忠.低剂量、低速率多排CT灌注成像鉴别乳腺癌良、恶性的准确性[J].中国CT和MRI杂志,2017,15(5):74-77.

[7]中华人民共和国卫生和计划生育委员会医政医管局,中华医学会肿瘤学分会.中国结直肠癌诊疗规范(2017年版)[J].中华外科杂志,2018,56(4):241-258.

[8]刘芳腾,欧阳喜,张官平,等.循环miRNA在结直肠癌诊断中的应用价值[J].实用医学杂志,2016,32(13):2241-2243.

[9]周妮娜,刘永琦,张利英,等.从中医阴阳平衡探讨辐射诱发细胞基因组不稳定性及益气滋阴法防护机制[J].中华中医药杂志,2016,31(11):4711-4713.

[10]宫庆,张焕虎,李乐平.错配修复基因与大肠癌相关性研究进展[J].中华肿瘤防治杂志,2016,23(23):1592-1596.

[11]周志鹏,汤日杰,李建生,等.直肠癌多层螺旋CT灌注参数与临床病理特征的相关性研究[J].中国CT和MRI杂志,2017,15(11):113-115,124.

[12]罗鸣,白毓.CT灌注成像与结直肠癌微血管密度的相关性研究[J].结直肠肛门外科,2017,23(4):533-537.

[13]杜彦挺,杜光勇,贾哲,等.CT脑灌注成像评价颅骨修补术前后脑组织血流灌注变化的临床研究[J].中国CT和MRI杂志,2016,14(6):13-15.

[14]孙宏亮,徐妍妍,胡莹莹,等.评估结直肠癌256层螺旋CT全肿瘤灌注成像与单层面灌注成像一致性的初步研究[J].中华放射学杂志,2014,48(2):124-127.

[15]贾红明,傅俊明,黄惠甜,等.低剂量多层螺旋CT灌注成像对甲状腺结节鉴别诊断的价值[J].广东医学,2017,38(8):1200-1203.

（收稿日期：2019-04-25）