

文章编号 1006-8147(2019)04-0342-04

论 著

^{18}F -FDG PET/CT 在结直肠癌术后预后中的应用

贾朝阳,徐文贵,朱 磊,朱 湘,张利卜

(天津医科大学肿瘤医院分子影像与核医学诊疗科,国家肿瘤临床医学研究中心;天津市“肿瘤防治”重点实验室;天津市恶性肿瘤临床医学研究中心,天津 300060)

摘要 目的:探讨 ^{18}F -脱氧葡萄糖(FDG)PET/CT 在结直肠癌术后预后中的应用价值。方法:回顾性分析行 PET/CT 检查后进行手术切除且资料完整的 73 例结直肠癌患者,研究 PET/CT 代谢参数与其术后预后的关系。结果:结直肠癌区域淋巴结转移阳性者原发灶 MTV 明显高于阴性者,其预测淋巴结转移的最佳截断值为 7.39。SUVmax、SUVmean、SUVpeak、MTV 及 TLG 预测预后的最佳截断值分别为 14.80、8.62、13.62、11.55 及 219.27。Cox 单因素回归分析显示肿瘤的长径、N 分期、M 分期、MTV 及 TLG 与预后有关,多因素分析显示 M 分期及 MTV 是预后的独立危险因素。Kaplan-Meier 生存分析表明 MTV ≤ 11.55 、TLG ≤ 219.27 的患者无进展生存期明显延长。结论:PET/CT 在结直肠癌术后预后中具有应用价值,MTV、TLG 能在一定程度上反映患者术后的预后情况。

关键词 PET/CT;代谢参数;结直肠癌;预后

中图分类号 R735.34

文献标志码 A

The application of ^{18}F -FDG PET/CT in the prognosis of postoperative colorectal cancer

JIA Zhao-yang, XU Wen-gui, ZHU Lei, ZHU Xiang, ZHANG Li-bo

(Department of Molecular Imaging and Nuclear Medicine, Cancer Institute and Hospital, Tianjin Medical University, National Clinical Research Center for Cancer, Tianjin Key Laboratory of Cancer Prevention and Therapy, Tianjin's Clinical Research Center for Cancer, Tianjin 300060, China)

Abstract **Objective:** To investigate the value of ^{18}F -FDG PET/CT in the prognosis of postoperative colorectal cancer. **Methods:** A retrospective analysis was established by enrolling 73 colorectal cancer patients who underwent surgery after PET/CT examination. They all had complete data. The relationship between metabolic parameters and prognosis was studied. **Results:** MTV in colorectal cancer with lymph node metastasis were significantly higher than those with negative results, and the best cut-off value in predicting lymph node metastasis was 7.39. The best cut-off values for SUVmax, SUVmean, SUVpeak, MTV and TLG in predicting prognosis were respectively 14.80, 8.62, 13.62, 11.55 and 219.27. Univariate Cox regression analysis showed that tumor length, N stage, M stage, MTV and TLG were related to prognosis and multivariate analysis showed that M stage and MTV were independent risk factors. Kaplan-Meier survival analysis showed that progression free survival of patients with MTV ≤ 11.55 and TLG ≤ 219.27 were significantly prolonged. **Conclusion:** PET/CT may have application value in the prognosis of colorectal cancer after surgery. MTV and TLG can reflect the prognosis of patients after operation.

Key words PET/CT; metabolic parameters; colorectal cancer; prognosis

结直肠癌(colorectal cancer, CRC)是最常见的恶性肿瘤之一,发病率在世界女性、男性范围内分别居第二、三位^[1]。由于饮食结构的改变,很多亚洲国家包括我国 CRC 的发病率及死亡率都有所增加^[2]。目前,手术切除仍是 CRC 的主要治疗方式。尽管外科技术以及放、化疗、靶向治疗的不断发展与进步使 CRC 患者的 5 年生存率明显提高,仍有 40%~50% 的患者出现术后复发或因转移性疾病死亡^[3]。CRC 的预后仍然是研究的热点。

^{18}F -FDG PET/CT 广泛应用于多种恶性肿瘤的诊断、分期、疗效评价及预后预测等^[4]。PET/CT 的各

种代谢参数可以提供疾病的量化信息,有利于疾病的监测^[5]。其中,最大标准化摄取值(maximum standardized uptake value, SUVmax)是最常用、便捷的半定量指标。近年来,其他半定量及定量指标包括平均标准化摄取值(SUVmean)、峰值标准化摄取值(SUVpeak)、肿瘤代谢体积(metabolic tumor volume, MTV)及总糖酵解量(total lesion glycolysis, TLG)也受到广泛的关注。研究表明^[6-7],这些指标与肺癌、宫颈癌等多种恶性肿瘤的预后有关。

本文选取 CRC 原发灶的 SUVmax、SUVmean、SUVpeak、MTV 及 TLG 作为代谢指标,探索其与 CRC 术后预后的关系,以期能在疾病诊断初期预测患者的预后,为临床制定个体化的治疗方案提供依据。

作者简介 贾朝阳(1993-),女,硕士在读,研究方向:影像医学与核医学;通信作者:徐文贵, E-mail: wenguixy@163.com。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究回顾性分析了2014年1月–2017年12月在天津医科大学肿瘤医院行¹⁸F-FDG PET/CT检查的82例CRC患者,所有患者均依照2017第8版美国癌症联合委员会(AJCC)结直肠癌TNM分期系统进行分期。纳入标准:行PET/CT检查前未行放、化疗等疾病相关治疗;检查前1周末行肠镜等有创性检查;PET/CT检查结束后两周内于我院行根治性或姑息性手术。排除标准:具有其它恶性肿瘤病史;术后病理证实为神经内分泌肿瘤、黑色素瘤或弥漫大B细胞淋巴瘤;于外院行手术不具备我院病理诊断结果。

1.2 研究方法 通过回顾82例患者术后病例、影像检查结果等资料及电话随访的方式进行随访,随访日期截止于2018年6月1日,总随访时间 ≥ 5 个月。无进展生存期定义为手术日期至第一次发现疾病进展或因任何原因死亡的时间,未出现以上情况者无进展生存期定义为手术日期至随访截止日期。82例患者中失访5例,术后未行复查4例,最终纳入患者73例(表1),平均年龄为(57.34 \pm 11.45)岁(23~81岁)。

表1 73例患者临床资料

Tab 1 Clinical data of 73 patients

临床特征	分类	例数(百分比/%)	$\bar{x}\pm s$
性别	男	36(49.3)	51.04 \pm 8.40
	女	37(50.7)	
年龄/岁	≤ 60	47(64.4)	68.73 \pm 6.17
	>60	26(35.6)	
部位	结肠	37(50.7)	3.72 \pm 0.88
	直肠	36(49.3)	
长径/cm	≤ 5	51(69.9)	7.35 \pm 1.80
	>5	22(30.1)	
分化程度	低/中低分化	23(31.5)	0.640
	中分化	48(65.7)	
	中高分化	1(1.4)	
	黏液腺癌	1(1.4)	
TNM分期	I期	7(9.6)	0.040*
	II期	27(36.9)	
	III期	21(28.8)	
	IV期	18(24.7)	
N分期	N(-)	38(52.1)	0.109
	N(+)	35(47.9)	
M分期	M(-)	55(75.3)	0.483
	M(+)	18(24.7)	

1.3 显像方法及数据测量 采用美国GE公司的Discovery Elite显像设备,显像剂¹⁸F-FDG由天津医科大学肿瘤医院分子影像及核医学诊疗科提供,其

放射化学纯度 $>95\%$ 。受检者空腹6h以上,检查前测量身高、体质量及血糖,空腹血糖不超过6.8 mmol/L,以注射剂量3.7 MBq/kg静脉注射¹⁸F-FDG显像剂,给予患者避光、静卧条件休息60 min后行全身PET/CT显像。患者仰卧,双臂上举,扫描范围为头顶至双侧股骨上段。先行CT扫描,参数为电压120 KV,电流160~220 mA,层厚5 mm,后行PET扫描,共采集6~7个床位,每个床位约2 min。所得数据经CT衰减校正后通过迭代重建,获得冠状位、轴位、矢状位3个方向的图像及融合图像。

由2位具有丰富核医学及放射学经验的医师共同阅片,通过对PET、CT及PET/CT融合图像进行对比分析,确定病灶位置。通过AW4.6工作站的PETVCAR软件勾划病灶,测量病灶的SUV_{max}、SUV_{mean}、SUV_{peak}、MTV、TLG等代谢参数,其中MTV、TLG以 $\geq 42\%$ SUV_{max}为阈值进行测量。

1.4 统计学处理 应用统计软件SPSS 22对数据进行处理及分析。经检验所选参数不服从正态分布,所以计量资料采用中位数(M)($M_{25\%}$, $M_{75\%}$)即四分位数表示,两组计量资料的比较采用Mann-Whitney U 检验;通过受试者工作特征(ROC)曲线确定所研究代谢参数预测淋巴结转移及疾病进展的最佳截断值;采用Cox风险比例模型及Kaplan-Meier法进行生存分析;Kaplan-Meier生存分析采用log-rank检验法进行组间检验。当 $P<0.05$ 时则认为有统计学差异。

2 结果

2.1 PET/CT代谢参数与患者淋巴结转移的关系 73例患者中,35例手术病理显示区域淋巴结转移(N+),38例未出现淋巴结转移(N-)。分析代谢参数与淋巴结转移的关系,结果显示患者原发灶的MTV与区域淋巴结转移有关($P<0.05$),而SUV_{max}、SUV_{mean}、SUV_{peak}及TLG均与淋巴结转移无关($P>0.05$)(表2)。经ROC曲线分析得,MTV预测淋巴结转移的曲线下面积为0.640($P=0.040$, <0.05),最佳截断值为7.39。

表2 PET/CT代谢参数与淋巴结转移的关系

Tab 2 Relationship between PET/CT metabolic parameters and lymph node metastasis

	N(-)	N(+)	P
SUV _{max}	14.35(10.54, 22.84)	15.03(11.99, 21.33)	0.483
SUV _{mean}	8.99(6.39, 14.71)	9.04(7.26, 12.22)	0.659
SUV _{peak}	10.73(7.69, 17.36)	12.26(9.48, 16.44)	0.443
MTV	9.49(6.04, 14.09)	13.56(8.90, 28.75)	0.040*
TLG	98.49(42.02, 176.95)	142.40(60.05, 315.46)	0.109

*代表 P 值具有统计学意义

2.2 PET/CT 代谢参数与患者预后的 ROC 曲线分析 患者原发灶的代谢参数 SUV_{max}、SUV_{mean}、SUV_{peak}、MTV、TLG 预测疾病预后的 ROC 曲线下面积分别为 0.553($P=0.480$)、0.538($P=0.613$)、0.554($P=0.468$)、0.745($P=0.001$)、0.694($P=0.010$), 其中 MTV、TLG 对于疾病预后的预测具有统计学意义($P<0.05$)(图 1)。SUV_{max}、SUV_{mean}、SUV_{peak}、MTV 及 TLG 预测疾病预后的最佳截断值分别为 14.80、8.62、13.62、11.55 及 219.27。

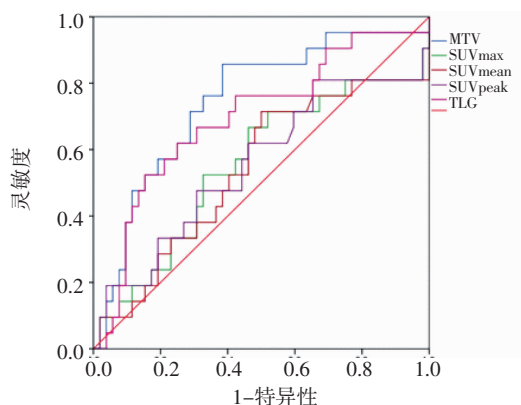


图 1 PET/CT 代谢参数预测疾病进展的 ROC 曲线

Fig 1 ROC curve analysis of PET/CT metabolic parameters in the prediction of colorectal cancer prognosis

2.3 影响 CRC 预后的 Cox 回归分析 73 例 CRC 患者的中位无进展生存期为 15 个月(2~46 个月), 单因素 Cox 回归分析结果表明, 肿瘤的长径、N 分期、M 分期、MTV 及 TLG 与患者的预后有关($P<0.05$)(表 3)。将以上因素纳入多因素 Cox 回归分析, 结果显示肿瘤的 M 分期及 MTV 是影响患者预后的独立危险因素($P<0.05$)(表 4)。

表 3 CRC 患者无进展生存期的单因素 Cox 回归分析

Tab 3 Univariate Cox regression analysis of progression free survival of colorectal cancer patients

因素	分类	风险比(HR)	置信区间(95%)	P
性别	男 vs 女	0.486	0.201~1.174	0.109
年龄	>60 vs ≤60	0.507	0.185~1.384	0.185
部位	结肠 vs 直肠	0.818	0.347~1.927	0.645
长径	>5 cm vs ≤5 cm	2.373	1.006~5.598	0.048*
T 分期	1~2 vs 3~4	1.275	0.297~5.479	0.744
N 分期	转移 vs 未转移	3.904	1.428~10.671	0.008*
M 分期	转移 vs 未转移	6.692	2.725~16.437	0.000*
SUV _{max}	>14.80 vs ≤14.80	1.838	0.741~4.556	0.189
SUV _{mean}	>8.62 vs ≤8.62	1.991	0.772~5.137	0.154
SUV _{peak}	>13.62 vs ≤13.62	1.777	0.754~4.190	0.189
MTV	>11.55 vs ≤11.55	6.934	2.043~23.641	0.002*
TLG	>219.27 vs ≤219.27	4.030	1.703~9.539	0.002*

* 代表 P 值具有统计学意义

表 4 CRC 患者无进展生存期的多因素 Cox 回归生存分析

Tab 4 Multivariate Cox regression analysis of progression free survival of colorectal cancer patients

因素	分类	HR	置信区间(95%)	P
长径	>5 cm vs ≤5 cm	0.715	0.275~1.859	0.491
N 分期	转移 vs 未转移	1.867	0.567~6.148	0.304
M 分期	转移 vs 未转移	3.028	1.017~9.014	0.047*
MTV	>11.55 vs ≤11.55	4.441	1.062~18.574	0.041*
TLG	>219.27 vs ≤219.27	1.238	0.448~3.422	0.680

* 代表 P 值具有统计学意义

2.4 PET/CT 代谢参数与 CRC 患者无进展生存期的关系 通过 Kaplan-Meier 生存分析得出, CRC 原发灶的 MTV、TLG 与无进展生存期有关。原发灶 MTV ≤11.55、TLG ≤219.27 患者的无进展生存期明显提高($P<0.05$)(图 2), 而 SUV_{max}、SUV_{mean} 及 SUV_{peak} 小于相应截断值的患者无进展生存期虽然相对延长, 但无统计学意义($P>0.05$)。

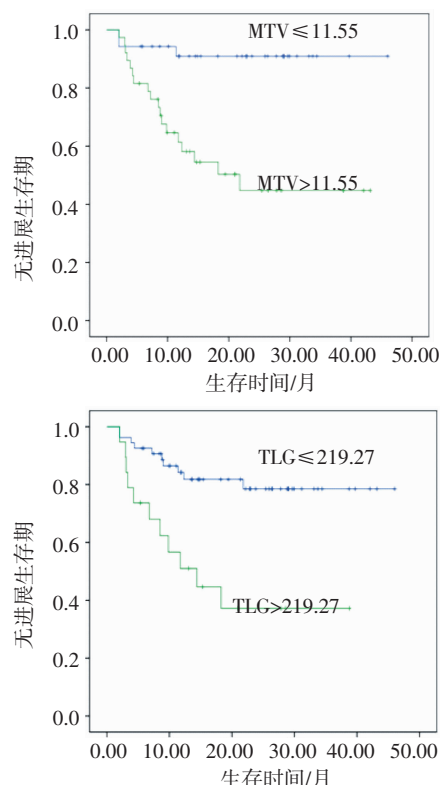


图 2 MTV、TLG 与结直肠癌患者无进展生存期的关系

Fig 2 Relationship between MTV, TLG and progression free survival of colorectal cancer patients

3 讨论

CRC 患者的 5 年存活率变化范围较大, I 期患者 5 年存活率可达 90%, 而 IV 期仅有 10%^[8], 由于治疗后易出现复发或转移, CRC 的预后一直是临床研究的热点。本研究将 TNM 分期、年龄、性别、肿瘤部位及大小等因素纳入生存分析, 认为 N 分期、M 分期及肿瘤大小与 CRC 的术后无进展生存期有关, 其中, 远处转移是预后的独立危险因素, 与以往研究^[9]

所得结果相似。

如上所述,淋巴结转移与CRC术后无进展生存期有关,治疗方案的制定也依赖于准确的N分期。然而,CRC原发灶通常表现为高摄取,导致PET/CT用于术前N分期时易出现假阳性结果^[10]。本研究发现CRC原发灶的MTV与淋巴结转移有关,而SUV_{max}、SUV_{mean}、SUV_{peak}及TLG与淋巴结转移无关。Suzuki等^[11]发现,当以 $\geq 40\%$ SUV_{max}作为阈值对容积进行分割时,CRC原发灶的MTV与淋巴结转移有关,SUV_{max}、TLG与淋巴结转移无关,而当分别以 ≥ 2.5 、 3.0 及 $\geq 30\%$ SUV_{max}作为分割阈值时,MTV、TLG均与淋巴结转移有关,从而认为MTV、TLG在结直肠癌N分期中较SUV_{max}更具参考价值。综上结果分析后认为,MTV可用于术前CRC淋巴结转移的预测,而本研究虽得出TLG与淋巴结转移无关,但是由于仅采用了 $\geq 42\%$ SUV_{max}的阈值分割方法,因此尚不能否认TLG在结直肠癌N分期中的应用价值。本研究还发现SUV_{max}、SUV_{mean}、SUV_{peak}不仅与淋巴结转移无关,与术后预后也无明显相关。此前Ogawa等^[12]研究也发现,SUV_{max}、SUV_{mean}不是CRC术后预后的危险因素。Nakajo等^[13]在对CRC术后预后的单、多因素分析时也认为,SUV_{max}、SUV_{mean}与患者的无进展生存期无关。本研究结果与其一致。SUV_{max}虽然是PET/CT最常用的代谢指标,但它只能代表肿瘤的最高摄取值,SUV_{peak}为瘤内 1 cm^3 最高摄取部分的SUV_{mean}^[14],并未考虑瘤内代谢异质性,SUV_{mean}虽然反映肿瘤的平均摄取,但却未将肿瘤的体积考虑在内,三者均不能反映肿瘤的整体代谢情况,限制了其在CRC分期及预后方面的应用。

本研究在Cox单因素分析时,发现代谢参数中MTV、TLG与CRC术后无进展生存期有关,而多因素分析时,仅MTV与预后有关。以往研究中,所得结果不尽相同。Jo等^[15]对73例CRC患者的PET/CT代谢参数与术后预后的关系进行Cox回归分析,发现MTV、TLG均不是预后的危险因素。Xu等^[16]对165例CRC患者预后影响因素进行分析,单因素分析时SUV_{max}、SUV_{mean}、MTV、TLG中仅MTV与患者的术后无瘤生存有关,而多因素分析时MTV并非患者预后的独立危险因素。丁重阳等^[17]在对80例术后CRC患者预后的单因素分析时认为,MTV、TLG与患者的术后无瘤生存及总生存期有关,虽然本研究结果与其一致,但多因素分析时,丁重阳等^[17]认为TLG为预后的独立危险因素,而MTV不是。对上述结果分析后认为,造成差异的原因可能有多种。首先,

不同研究纳入病例的临床病理特征分布不同,例如Xu等^[16]仅选取了无远处转移的CRC患者,导致Cox多因素分析时代谢参数受其他特征影响不同,造成最终结果不一致。另外,各研究选取代谢参数截断值的方法不同,本研究通过ROC曲线确定各个参数预测预后的最佳截断值,而Jo等^[15]则以参数的中位数作为截断值,也可能造成最终结果的不同。丁重阳等^[17]还认为不同研究所用阈值分割方法的不同也是造成差异的重要原因,Suzuki等^[11]的研究也验证了此原因。虽然上述结果存在差异,本研究在绘制Kaplan-Meier曲线时依然发现,当MTV ≤ 11.55 、TLG ≤ 219.27 时,患者的无进展生存期明显延长,从而认为MTV、TLG可以在一定程度上预测患者的预后。

综上所述,作为能反映肿瘤整体代谢情况的容积参数,MTV、TLG在CRC的分期及预后中具有应用价值,能够指导临床医生对患者进行个体化治疗,改善患者的预后。本研究作为回顾性分析,在病例选择上存在一定偏倚性,而且并未分析代谢参数与总生存期的关系。今后还将收集更多病例,进一步完善研究。

参考文献:

- [1] Torre LA, Bray F, Siegel RL, et al. Global cancer statistics, 2012[J]. CA Cancer J Clin, 2015, 65(2):87
- [2] Cho A, Jo K, Hwang SH, et al. Correlation between KRAS mutation and ¹⁸F-FDG uptake in stage IV colorectal cancer[J]. Abdom Radiol (NY), 2017, 42(6):1621
- [3] Zhan X, Sun X, Hong Y, et al. Combined detection of preoperative neutrophil-to-lymphocyte ratio and CEA as an independent prognostic factor in nonmetastatic patients undergoing colorectal cancer resection is superior to NLR or CEA Alone[J]. Biomed Res Int, 2017, 2017(5):3809464
- [4] Ye Y, Liu T, Lu L, et al. Pre-operative TNM staging of primary colorectal cancer by (18)F-FDG PET-CT or PET: a meta-analysis including 2283 patients[J]. Int J Clin Exp Med, 2015, 8(11):21773
- [5] Zaidi H, Karakatsanis N. Towards enhanced PET quantification in clinical oncology[J]. Br J Radiol, 2018, 91(1081):20170508
- [6] Wang XY, Zhao YF, Liu Y, et al. Prognostic value of metabolic variables of [18F]FDG PET/CT in surgically resected stage I lung adenocarcinoma[J]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(35):e7941
- [7] Zhang L, Sun H, Du S, et al. Evaluation of 18F-FDG PET/CT parameters for reflection of aggressiveness and prediction of prognosis in early-stage cervical cancer[J]. Nucl Med Commun, 2018, 39(11):1045
- [8] Brenner H, Kloor M, Pox CP. Colorectal cancer[J]. Lancet, 2014, 383(9927):1490
- [9] 易呈浩,葛维挺,黄彦钦,等.1368例结直肠癌TNM分期及预后分析[J].中国肿瘤临床,2012,(9):597
- [10] Yu L, Tian M, Gao X, et al. The method and efficacy of 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography for diagnosing the lymphatic metastasis of colorectal carcinoma[J]. Acad Radiol, 2012, 19(4):427

(下转第355页)

高的诊断效能,笔者得出 LS 为早期评估缺血心肌节段部位及程度的敏感指标。当 3D-STI 检测出心肌节段 LS 减低时,证实该部分心肌节段相应供血冠脉存在狭窄病变,且存在 LS 下降的心肌节段更多,缺血范围越广泛,提示冠脉病变越靠近近段或狭窄程度较重。CS 则可用于部分缺血心肌节段的识别,RS 则不能作为判断缺血心肌的敏感参数。余子恒等^[11]利用 3D-STI 同样证实,X 综合征患者较正常对照组 LS 有改变,但 RS 及 CS 改变并不明显。于艾嘉等^[12]则发现 LS 较 RS、CS 预测冠心病患者中 LAD 狭窄 $\geq 50\%$ 诊断价值高,与本研究结论一致。这一结论分析其原因可能为:(1)正常人心肌纤维中纵行心肌纤维占 70%,环形心肌纤维占 30%,且心内膜主要由纵行心肌纤维构成^[11],根据心肌解剖特点及心肌缺血发生过程,冠脉出现狭窄导致心肌缺血,首先影响心内膜层,心肌纵向运动功能受损,LS 率先出现减低。(2)冠脉轻度狭窄时,心内膜缺血出现纵向运动障碍,此时圆周和径向运动可通过冠脉血流储备代偿性增强,随着冠脉狭窄程度的增加、缺血的加重,血流储备难以代偿,圆周和径向心肌运动逐渐受累,CS、RS 的减低才会随之体现^[13]。(3)冠脉近段出现狭窄时,全段供血心肌节段会出现缺血,因此影响的范围及程度较大,所以 LS 在基底段较中间段及心尖段有更显著的减低。

综上所述,笔者建议 NSTE-ACS 患者入院后应用 3D-STI 技术,以 LS 为诊断指标,在术前早期无创定位缺血心肌节段及病变血管,预测缺血程度,指导下一步血运重建治疗,在临床上具有很高的应用价值。本研究同样存在一些局限性,纳入样本例数较少,后期将扩大样本量研究,并应用 3D-STI 技术追踪分析血运重建术后心肌功能改善情况,评估 NSTE-ACS 患者预后,进一步探索 3D-STI 技术的临床应用前景。

参考文献:

- [1] 孔令聰,何奔.非 ST 段抬高型急性冠状动脉综合征介入时机的选择[J].中华心血管病杂志,2015,43(1):79
- [2] Wang L, Mao S, Qi J Y, et al. Effect of Danlou Tablet on peri-procedural myocardial injury among patients undergoing percutaneous coronary intervention for non-ST elevation acute coronary syndrome: A study protocol of a multicenter, randomized, controlled trial[J]. Chin J Integr Med, 2015, 21(9): 662
- [3] 中华医学会心血管病学分会,中华心血管病杂志编辑委员会.非 ST 段抬高型急性冠状动脉综合征诊断和治疗指南(2016)[J].中华心血管病杂志, 2017, 45(5): 359
- [4] 龙曼,邓敏峰,唐晓明,等.三维斑点追踪技术对冠心病患者 PCI 术前后左室收缩功能的评价[J].中国超声医学杂志, 2014, 30(4):324
- [5] 宋宏宁,秦真英,周青,等.应用三维斑点追踪技术构建多参数诊断模型提高冠状动脉狭窄早期诊断效率[J].中华超声影像学杂志, 2015, 24(2):100
- [6] 黄强,柯创宏,陈雪松,等.三维斑点追踪成像技术的临床应用研究进展及前景[J].中国医药指南, 2017, 15(20):27
- [7] Aly M F, Kleijn S A, Menken-Negroir R F, et al. Three-dimensional speckle tracking echocardiography and cardiac magnetic resonance for left ventricular chamber quantification and identification of myocardial transmural scar[J]. Neth Heart J, 2016, 24(10): 600
- [8] Torrent-Guasp F, Kocica M J, Corno A F, et al. Towards new understanding of the heart structure and function[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2005, 27(2): 191
- [9] 杨性安,余力,勾常龙,等.三维应变成像对高危冠状动脉粥样硬化性心脏病患者的早期诊断价值[J].中华医学超声杂志(电子版),2016, 13(7): 504
- [10] Cai Z, Dai J, Wu D, et al. The value of 3-dimensional longitudinal strain in the evaluation of complex coronary lesions in non-ST-segment elevation acute coronary syndrome patient[J]. Medicine (Baltimore), 2016, 95(39):e4667
- [11] 俞子恒,程震锋,卢孔杰.三维斑点追踪显像技术评价心脏 X 综合征患者左心室收缩功能研究[J].中国全科医学, 2019, 22(5):611
- [12] 于艾嘉,刘刚,吕清.基于 3D-STI 左室区域应变参数对室壁运动正常 CAD 患者的诊断价值[J].中国超声医学杂志,2018, 34(6): 525
- [13] 李井,刘玉洁,骆永娟,等.超声三维斑点追踪技术评价非 ST 段抬高型急性冠状动脉综合征心功能的临床研究[J].中国循证心血管医学杂志, 2017, 9(4):449

(2018-11-14 收稿)

(上接第 345 页)

- [11] Suzuki Y, Okabayashi K, Hasegawa H, et al. Metabolic tumor volume and total lesion glycolysis in PET/CT correlate with the pathological findings of colorectal cancer and allow its accurate staging[J]. Clin Nucl Med, 2016, 41(10):761
- [12] Ogawa S, Itabashi M, Kondo C, et al. Prognostic value of total lesion glycolysis measured by ¹⁸F-FDG-PET/CT in patients with colorectal cancer[J]. Anticancer Res, 2015, 35(6):3495
- [13] Nakajo M, Kajiya Y, Tani A, et al. A pilot study for texture analysis of 18F-FDG and 18F-FLT-PET/CT to predict tumor recurrence of patients with colorectal cancer who received surgery[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2017,44(13):2158
- [14] Vanderhoeck M, Perlman S B, Jeraj R.Impact of the definition of peak standardized uptake value on quantification of treatment

response[J]. J Nucl Med, 2012, 53(1):4

- [15] Jo H J, Kim S J, Lee H Y, et al. Prediction of survival and cancer recurrence using metabolic volumetric parameters measured by 18F-FDG PET/CT in patients with surgically resected rectal cancer[J]. Clin Nucl Med, 2014, 39(6):493
- [16] Xu J, Li Y, Hu S, et al. The significant value of predicting prognosis in patients with colorectal cancer using 18F-FDG PET metabolic parameters of primary tumors and hematological parameters[J]. Ann Nucl Med, 2019, 33(1):32
- [17] 丁重阳,李天女,郭喆,等.18 氟-氟代脱氧葡萄糖 PET/CT 检查判断结直肠癌术后预后的临床价值[J].中华消化外科杂志, 2016(10):1018

(2018-11-16 收稿)