

论 著

急性Stanford A型主动脉夹层累及冠状动脉的术前MSCTA评估*

许娟¹ 马小静^{1,*} 胡道予²
陈艳¹ 蔡仁慧¹1. 武汉科技大学附属武汉亚洲心脏病医院
放射科 (湖北 武汉 430022)2. 华中科技大学附属同济医院放射科
(湖北 武汉 430030)

【摘要】目的 评估急性Stanford A型主动脉夹层累及冠状动脉的多层螺旋CT血管成像(MSCTA)特征及术前诊断价值。方法 回顾性分析2015年1月至2021年10月A型主动脉夹层且术前MSCTA扫描的374例患者资料,手术证实冠状动脉受累107例。结果 将手术作为金标准,MSCTA诊断右冠状动脉(RCA)受累的敏感性、特异性、阳性预测值、阴性预测值分别为84.2%、98.6%、95.2%、94.8%,Kappa=0.854;左冠状动脉(LCA)分别为88.9%、100%、100%、98.5%,Kappa=0.934。冠状动脉受累分为三种情况,Neri A型56例(开口夹层),Neri B型20例(夹层的内膜撕裂延伸进入管腔内),Neri C型15例(开口离断)。RCA受累的患病率高于LCA($P<0.001$)。在三种病变类型中受累侧有显著差异:Neri A型和C型多发生在RCA($P<0.05$)。结论 MSCTA可以准确辨别冠状动脉受累特征,有助于临床术前早期诊断,帮助术者合理选择手术方式,改善预后。

【关键词】主动脉夹层;主动脉夹层累及冠状动脉;冠状动脉受累;灌注不良;心肌梗死;X线计算机

【中图分类号】R445.3

【文献标识码】A

【基金项目】基于冠状动脉粥样硬化性心脏病CTA影像诊断的人工智能研究
(2019020701011422)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.03.029

The Evaluation of Preoperative MSCTA in Acute Stanford Type A Aortic Dissection with Coronary Involvement*

XU Juan¹, MA Xiao-jing^{1,*}, HU Dao-yu², CHEN Yan¹, CAI Ren-hui¹.

1. Department of Radiology, Wuhan Asia Heart Hospital, Wuhan 430022, Hubei Province, China

2. Department of Radiology, Tongji hospital, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, Hubei Province, China

ABSTRACT

Objective To evaluate the characteristics and preoperative diagnostic value of multi-slice spiral CT angiography (MSCTA) of acute Stanford A aortic dissection involving coronary arteries. **Methods** The data of 374 patients with acute Stanford type A aortic dissection and MSCTA scan before surgery were analyzed retrospectively from January 2015 to October 2021, 107 cases of coronary involvement were confirmed by operation. **Results** Taking surgery as the gold standard, the sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value of MSCTA for the diagnosis of RCA involvement were 84.2%, 98.6%, 95.2% and 94.8%, respectively, kappa=0.854; The above 4 indexes of LCA involvement were 88.9%, 100%, 100% and 98.5%, respectively, Kappa=0.934. Coronary involvement were divided into three types, type Neri A lesion in 52 cases (ostial dissection); type Neri B lesion in 16 cases (dissection with intimal tearing into the inner of the coronary); type Neri C lesion in 11 cases (ostial detachment). The RCA was more frequently affected than the LCA ($P<0.001$). The side of the affected CA differed significantly among the three lesion types: the RCA was more commonly affected in patients with type A lesion and type C lesion ($P>0.05$). **Conclusion** MSCTA can accurately distinguish the characteristics of coronary involvement, and is helpful for early diagnosis before operation, reasonable selection of operation methods and improving prognosis.

Keywords: Aortic Dissection; Aortic Dissection With Coronary Involvement; Coronary Involved; Coronary Malperfusion; Myocardial Infarction; X-ray Computer

主动脉夹层累及冠状动脉导致其灌注不良可引起急性心肌缺血、梗死,导致患者突然死亡。急性主动脉夹层国际注册中心(The International Registry of Acute Aortic Dissection, IIRAD)研究表明,心电图显示心肌缺血、梗死或冠状动脉灌注不良是主动脉夹层术前死亡的独立预测因素^[1-2]。

有效的影像学检查在Stanford A型急性主动脉夹层(Acute Aortic Dissection, AAD)累及冠状动脉的诊断和治疗中至关重要。目前国内外对于A型AAD累及冠状动脉的影像特征与手术结果有无差异,目前还未达成统一的认识。本文初步探讨术前MSCTA诊断A型AAD累及冠状动脉的价值,冠状动脉受累的CTA表现及特征。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集我院2015年1月至2021年10月收治的急性Stanford A型主动脉夹层患者的资料,经手术证实为主动脉夹层累及冠状动脉,并且所有患者术前均行多层螺旋CT血管成像检查,共计107例。

统计资料包括患者性别、年龄、既往史、临床症状、夹层分型、影像资料、手术结果。既往史主要包括主动脉瘤史、心脏手术史、既往主动脉夹层病史、原发或医源性冠状动脉夹层史。临床症状包括:急性胸痛、胸闷、背痛、腹痛等。研究排除标准:亚急性及慢性主动脉夹层或心脏手术史;原发或医源性冠状动脉夹层;图像质量差导致无法判断的病例。

1.2 研究设备 西门子二代双源管电压100-120kV,管电流自动调节,层厚0.75mm。扫描方向:一期从足至头,二期、三期均从头至足。患者采用仰卧位,屏气方式进行扫描,扫描范围从第5颈椎至耻骨联合下缘。TRO CT扫描模式:对比剂示踪法,感兴趣区设定在肺动脉主干。阈值(CT值单位为HU)为70HU,延迟时间为4秒,达到触发阈值或设定阈值后自动触发或手动触发扫描,对于无法憋气患者可自由呼吸。第一期Flash血管成像扫描模式采集肺动脉图像,二期为回顾性心电门控扫描模式,采集冠状动脉及升主动脉成像,三期为Flash血管成像扫描模式,采集全程主动脉图像。

1.3 图像分析 A型AAD累及冠状动脉MSCTA诊断标准^[12],如下图(图1)所示:Neri A,内膜片局限在冠状动脉开口;Neri B,内膜片越过冠状动脉开口并延伸入管腔,形成双腔改变;Neri C,冠状动脉开口离断。

1.4 统计分析 所有数据应用SPSS Statistics 26统计学软件进行分析。统计每组例数,计数资料采用频数或百分率表示,计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示。采用Kappa一致性检验,计算MSCTA对Stanford A型AAD累及冠状动脉的诊断效能。当Kappa ≥ 0.75 时两者的一致性较好,0.4 $\leq$ Kappa < 0.75 时一致性一般,Kappa < 0.4 时两者一致性较差。采用 χ^2 检验分析冠状动脉受累三种类型的患病率差异。

【第一作者】许娟,女,中级,主要研究方向:心血管影像学。E-mail: xujuan8899@163.com

【通讯作者】马小静,女,高级,主要研究方向:心血管影像学。E-mail: 1256760455@qq.com

2 结果

2.1 MSCTA与手术对照结果 手术：A型AAD累及冠状动脉107人，其中男性81人，女性26人，平均年龄(50.4±10.5)岁。双侧受累33人，单发RCA受累62人，单发LCA受累12人。

MSCTA:对照手术结果，91人诊断相符(双侧受累29人，单发RCA 51人，单发LCA 11人)。错误诊断4人，均为单发RCA受累，手术阴性。16例漏诊，为双侧受累4人，单发RCA 11人，单发LCA1人。MSCTA与手术对照结果见表1，MSCTA对冠状动脉受累的诊断效能见表2。MSCTA诊断RCA受累结果与手术一致性较好(Kappa=0.854, P<0.001)。MSCTA诊断LCA受累结果与手术一致性较好(Kappa=0.934, P<0.001)。

2.2 冠状动脉具体分型情况 将MSCTA诊断结果与手术基本一致的91例患者进行图像分析发现，RCA受累的患病率高于LCA，

P<0.001。LCA仅2例为Neri C型病变(图5A-B)，Neri A型(图2、图6)和C型(图7A-B)多发生在RCA，差异有统计学意义，P<0.05。Neri B型双侧患病率无差异(图3、图4A-4B)。冠状动脉受累具体分型差异情况见表3。

表1 MSCTA与手术结果对照

手术	CT				合计
	双侧	单发RCA	单发LCA	阴性	
双侧	29	0	0	4	33
RCA	0	51	0	11	62
LCA	0	0	11	1	12
阴性	0	4	0	263	267
合计	29	55	11	279	374

注：RCA:右冠状动脉，LCA：左冠状动脉。

表2 MSCTA对冠状动脉受累的评价

受累血管	n	TP	TN	FP	FN	敏感性	特异性	阳性预测值	阴性预测值	Kappa值	P
RCA	374	80	275	4	15	84.2%(80/95)	98.6%(275/279)	95.2%(80/84)	94.8%(275/290)	0.854	0.000
LCA	374	40	329	0	5	88.9%(40/45)	100%(329/329)	100%(40/40)	98.5%(329/334)	0.934	0.000

注：TP:真阳性；TN：真阴性；FP：假阳性；FN：假阴性

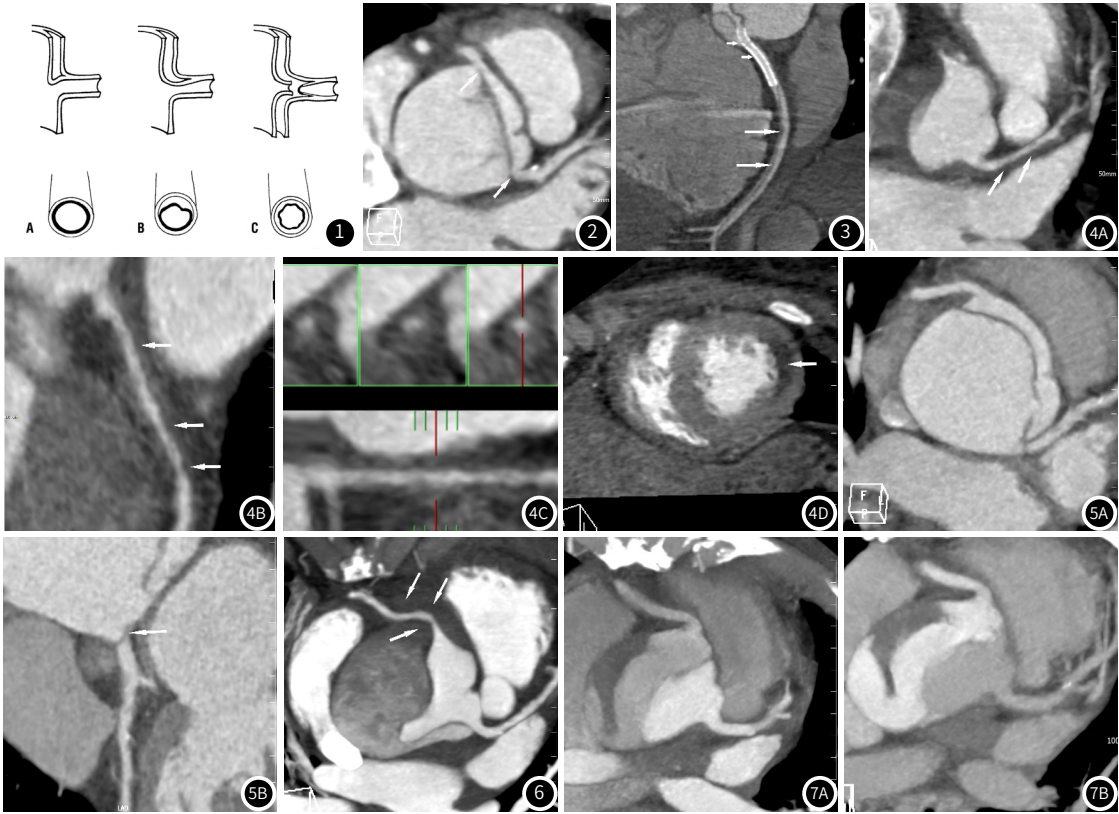


图1 由两位影像诊断医生单独阅片，分析冠状动脉受累患者的CTA影像特征。如果两名医生意见不一致，由第三名医生重新判读图像，最终达成一致意见。图2 男，37岁。Neri A型。胸闷、气促7天，LCA和RCA开口均为A型，冠状动脉开口受累。图3 男，57岁。Neri B型。突发胸痛15小时，肌钙蛋白I 535.336ng/ml。外院误诊为急性下壁ST段抬高型心肌梗死，并行静脉溶栓及双抗治疗。PCI术中可见RCA全程夹层，植入支架1枚(短箭头)。RCA支架以远管腔可见弥漫样低密度内膜片影，真腔重度狭窄。图4A~图4D 女，44岁。Neri B型。胸背部疼痛4小时。心电图提示前间壁异常Q波，ST-T改变。肌钙蛋白I 50.098ng/ml。左主干及前降支管腔内可见弥漫低密度影，横截面提示血管环周低密度影(图C)。心尖部短轴可见左室侧壁心内膜下低密度心缺血(图4D)。手术证实左主干至前降支内夹层形成。图5A~图5B 男，39岁。Neri c型。马方综合征病史。LCA开口与假腔几乎不连接(5A)，曲面重建图可见开口与窦部连接处极其纤细(5B)。手术证实LCA全周内膜撕裂，开口离断。术后顽固性心力衰竭，心源性休克死亡。图6 女，64岁。Neri A型。剧烈胸痛2小时。术前心包填塞。RCA开口周围脂肪垫血肿压迫右冠状动脉开口导致狭窄。术后发生缺血缺氧性脑病及脊髓缺血，多脏器功能损害(肝、肾)、内脏缺血死亡。图7A~图7B 男，44岁。Neri C型。胸痛2天。外院考虑心肌梗死并行双抗治疗。肌钙蛋白I 1.922 ng/ml。下壁导联ST抬高。右冠状动脉起自假腔(F)，左主干起自真腔(T)，二者显影不同步，易误诊为冠状动脉灌注不良。

表3 MSCTA诊断冠状动脉受累具体分型

受累分型	RCA,n=91	LCA,n=91	P
Neri A	57(62.6%)	27(29.7%)	<0.001
Neri B	10(11.0%)	11(12.1%)	1.000
Neri C	13(14.3%)	2(2.2%)	0.005
总计	47	32	<0.001

注：RCA：右冠状动脉，LCA：左冠状动脉。P<0.05有统计学意义。

3 讨论

对28个IRAD中心登记的4428例患者的研究发现，Stanford A型主动脉夹层的住院死亡率约为22%^[3]。当合并冠状动脉或其他脏器灌注不良时，死亡率明显增高^[2,4]。A型AAD合并冠状动脉受累常被误诊为急性冠状动脉综合征(Acute coronary syndrome, ACS)，特别是引发心肌缺血甚至心肌梗死，更难鉴别。及时、正确地诊断AAD对于防止误诊和不当治疗是非常重要的。

TRO CT快速、便捷、无创,对于危重症病人也多无使用限制。TRO CT可同时评估主动脉、冠状动脉和肺动脉疾病,提供的冠状动脉图像质量与冠状动脉CTA(Computed Tomography Angiography, CTA)图像质量相同,而且没有心脏搏动和呼吸运动所致的伪影^[5-6]。

近十年来,在接受A型急性主动脉夹层(AAD)手术的患者中,大宗数据报道的冠状动脉受累的患病率约5.7%-15%^[2,7-9]。本研究手术证实的患病率约28.6%,高于以往研究数据。首先,这可能因为只纳入术前MSCTA检查的患者,排除了一部分人因没有术前CTA资料导致的偏差。其次本研究中,将冠状动脉开口受累范围定义为冠状动脉开口环周5mm内的内膜受损,与部分研究中心采取的标准有一定差异,导致统计数据有一定出入^[8,10]。这种标准与各个中心采用的手术方式不同有关。再者,将冠状动脉开口周围脂肪垫血肿压迫管腔纳入本研究中导致患病率偏高有一定关系,这在以往的分析方式中没有提及。这种血肿导致管腔闭塞也引发急性心肌梗死^[11,13],将这类病例纳入本研究弥补了以往研究的不足。

一项对3539名患者的Meta分析发现TRO CT对冠状动脉疾病的诊断敏感性为94.3%,特异性为97.4%^[6]。国内多位学者及专家共识均认为MSCTA是无创性评价冠状动脉疾病的最佳影像学方法,准确性高^[13-15]。但目前没有关于MSCTA评价A型AAD累及冠状动脉的可行性研究。本研究采用TRO CT模式诊断RCA和LCA受累的阳性预测值分别为94.3%和100%,特异度、阴性预测值及一致性都较高,表明其可作为急性胸痛患者筛查A型AAD累及冠状动脉与急性冠脉综合征的有效方法。敏感性略低可能与细小内膜片的分辨率低有关,内膜片在心脏的收缩和舒张过程中会发生位移,这些都会影响判断。对于循环和血压不稳定的病例,双源CT扫描时采取自由呼吸。CTA错误诊断4人,手术探查为阴性,可能将呼吸伪影误判为内膜片。对于无法憋气的患者,未来可考虑采用新团注跟踪方法提高冠状动脉的强化程度和均匀性^[17]。能够屏气的患者,可尝试采用屏气双阈值触发方法缩短延时扫描时间,图像质量得到提高的同时有效辐射剂量也会明显降低^[18]。

MSCTA对LCA的诊断敏感性、特异性高于RCA(88.9%, 100% vs 82.6%, 98%),与TEE报道一致^[16]。这可能与左、右冠状动脉的解剖特点有关,同时LCA样本量略低也是可能的因素。多项研究发现RCA受累比LCA更常见^[8-10],本研究中手术和CTA均发现RCA受累的频率更高($P<0.05$)。与RCA相比,LCA的骨膜壁和窦管连接由更多的平滑肌细胞和I型胶原纤维的致密基质组成。在左右两侧观察到的形态和结构差异表明,左冠窦对牵引的抵抗力更强^[19]。RCA开口直径小于LCA也是更难判断的因素,另外,破口大小不同,真腔与假腔显影的峰值可不一致,可造成双侧冠状动脉密度差异,也可能也会导致诊断错误。

目前A型AAD累及冠状动脉诊断主要有以下三种分类方式:Neri分型^[10]、台湾高雄医科大学医院分型^[8]和Sasaki分型(TEE)^[16],广泛应用的分型为Neri分型。在本研究中,Neri A型和C型的发生在右冠状动脉更常见, $P<0.05$ 。既往研究也发现Neri C型多发生在RCA,但是Neri A型双侧无差异^[9]。Neri C型受累严重,与前文提到的右冠窦对牵引的抵抗力低于左冠窦可能有关^[19]。对于Neri A型冠状动脉开口的夹层(图2),MSCTA可见冠状动脉开口管腔内的低密度影,来自冠状动脉开口假腔压力可以压迫真腔造成真腔狭窄。这种情况国外CT研究中有过报道^[20-21]。内膜片阻塞冠状动脉开口会导致严重心肌缺血,甚至急性心肌梗死。Neri B型的患者,内膜片的撕裂越过开口至管腔内,受累血管可形成双腔改变(图3)。部分患者假腔完全血栓化,有时候可能难以钙化斑块鉴别(图4A-C)。假腔内完全血栓化甚至可导致真腔完全无灌注^[22]。Neri C型是冠状动脉受累最严重的一种形式,部分患者管腔无套叠的内膜片,但冠状动脉开口几乎接收不到来自主动脉的血流(图5A-B)。这种患者冠状动脉与窦部连接处极为纤细,需警惕随时完全断裂的可能。当MSCTA发现这类患者,其开口很可能随时完全撕脱而立即死亡,立即手术治疗主动脉夹层,恢复冠状动脉血流及心肌灌注对于患者的生存极为重要。

A型AAD患者发生冠状动脉撕裂可在进行影像学检查之后。本研究有2例术前CTA诊断RCA仅开口受累,但手术发现1例RCA完全撕脱,另1例冠状动脉全程夹层。手术与CTA检查间隔在2-6天,这表明冠状动脉受累可发现于CTA检查之后,或者为内膜片进一步撕裂,有些甚至发生在术中全身灌注之后,国外已有研究证实了这种过程^[2]。

值得注意的是本研究术前MSCTA表现结合手术结果发现有两

种情况与Neri分型存在一定分歧。第一种情况见于冠状动脉开口周围脂肪垫血肿导致管腔狭窄(图6)。对于这种情况,手术证实为Neri A型,但CTA图像上冠状动脉开口内膜完整,特别是RCA房室沟周围脂肪垫血肿延伸至冠状动脉开口,压迫管腔导致狭窄,虽然与Neri A型的定义有一定差别,但也引发不同程度的血流灌注异常,并且得到了手术的证实,因此暂将其诊断为Neri A型。既往文献报道冠状动脉开口旁血栓可压迫开口致完全无血流^[11]。将这种病变纳入研究可能是导致右冠状动脉Neri A型病变更比LCA更常见的原因之一。另一种情况虽然诊断为Neri C型,但与前文开口离断有所不同,冠状动脉虽然起自假腔,但开口显影良好且管腔内未见内膜片及内膜套叠。此类患者由于冠状动脉分别起自真腔和假腔,二者显影不一致(图7A-图7B),冠状动脉的灌注也与开口离断的情况完全不同。这两种情况与前文Neri A或Neri C型影像表现不完全一致,临床表现及预后是否有差异有待进一步研究。

综上所述,MSCTA能快速识别内膜片与冠状动脉的关系,显示出很高的诊断效率。较高的阳性预测值能够避免误诊为ACS,为早期诊断A型AAD累及冠状动脉提供可靠依据,具有重要的临床应用潜力。

参考文献

- [1] Evangelista A, Isselbacher E M, Bossone E et al. Insights from the international registry of acute aortic dissection: a 20-year experience of collaborative clinical research [J]. *Circulation*, 2018 Apr 4; 137 (17): 1846-1860.
- [2] Czerny M, Schoenhoff F, Etz C et al. The impact of pre-operative malperfusion on outcome in acute type a aortic dissection: results from the GERAADA registry [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2015 Jun 23; 65 (24): 2628-2635.
- [3] Pape L A, Awais M, Woznicki E M et al. Presentation, diagnosis, and outcomes of acute aortic dissection: 17-year trends from the international registry of acute aortic dissection [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2015 Jul 28; 66 (4): 350-8.
- [4] Immer F F, Grobety V, Lauten A et al. Does malperfusion syndrome affect early and mid-term outcome in patients suffering from acute type A aortic dissection [J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2006 Apr; 5 (2): 187-90.
- [5] Halpern E J. Triple-rule-out CT angiography for evaluation of acute chest pain and possible acute coronary syndrome. *Radiology*. 2009 Aug; 252 (2): 332-45.
- [6] Ayaram D, Bellolio M F, Murad M H et al. Triple rule-out computed tomographic angiography for chest pain: a diagnostic systematic review and meta-analysis [J]. *Acad Emerg Med*. 2013 Sep; 20 (9): 861-71.
- [7] Uchida K, Karube N, Minami T et al. Treatment of coronary malperfusion in type A acute aortic dissection [J]. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 2018 Nov; 66 (11): 621-625.
- [8] Chen Y F, Chien T M, Yu C P et al. Acute aortic dissection type A with acute coronary involvement: a novel classification [J]. *Int J Cardiol*, 2013 Oct 9; 168 (4): 4063-9.
- [9] Kreibich M, Bavaria J E, Branchetti E et al. Management of patients with coronary artery malperfusion secondary to type a aortic dissection [J]. *Ann Thorac Surg*, 2019 Apr; 107 (4): 1174-1180.
- [10] Neri E, Toscano T, Papalia U et al. roximal aortic dissection with coronary malperfusion: presentation, management, and outcome [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2001 Mar; 121 (3): 552-60.
- [11] Yunoki K, Naruko T, Itoh A et al. Stenting of right coronary ostial occlusion due to thrombosed type A aortic dissection: One-year follow-up results [J]. *J Cardiol Cases*, 2010 Jan 12; 1 (3): e166-e170.
- [12] Ruissi M, Fallahi A, Lala M et al. Aortic dissection presenting as acute subtotal left main coronary artery occlusion: a case approach and review of the literature [J]. *J Clin Med Res*. 2015 May; 7 (5): 356-60.
- [13] 郭燕, 贾晓茜, 韩克. 多层螺旋CT冠状动脉造影在评价冠状动脉狭窄中的准确性研究 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2021, 19 (11): 86-88.
- [14] 谢炜巍, 夏陈海, 康坤, 王汝涛, 刘丽媛. CT心肌灌注联合冠脉CT血管成像对冠心病的诊断效能临床研究 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2021, 19 (12): 64-66.
- [15] 中华医学会心血管病学分会影像学组, 中国医师协会放射医师分会心血管专业, 委员会. 无创性心血管影像学技术临床适用标准中国专家共识 [J]. *中华心血管病杂志*, 2020, 48 (11): 906-921.
- [16] Sasaki S, Watanabe H, Shibayama K et al. Three-dimensional transesophageal echocardiographic evaluation of coronary involvement in patients with acute type A aortic dissection [J]. *J Am Soc Echocardiogr*. 2013 Aug; 26 (8): 837-45.
- [17] Cao L, Liu X, Li J et al. Improving the degree and uniformity of enhancement in coronary CT angiography with a new bolus tracking method enabled by freebreathing [J]. *Acad Radiol*. 2019 Dec; 26 (12): 1591-1596.
- [18] 王子荣, 刘飞, 张祖峰等. 320排动态容积CT冠状动脉血管成像中屏气双阈值触发对冠心病患者间冠状动脉增强差异的研究 [J]. *临床放射学杂志*, 2019, 38 (9): 1777-1782.
- [19] López-Mínguez J R, Climent V, Yen-Ho S et al. Structural features of the sinus of valsalva and the proximal portion of the coronary arteries: their relevance to retrograde aortocoronary dissection [J]. *Rev Esp Cardiol*, 2006 Jul; 59 (7): 696-702.
- [20] Feuchtnner G M, Schachner T, Friedrich G et al. Acute aortic dissection with coronary ostium involvement and aortic valve regurgitation: three-dimensional visualization with multislice computed tomography [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2005 Aug; 130 (2): 587-8.
- [21] Ryan E R, Martos R, O'Neill A et al. Coronary ostial involvement in acute aortic dissection: detection with 64-slice cardiac CT [J]. *Clin Imaging*. Nov-Dec 2009; 33 (6): 471-3.
- [22] Lardi C, Lohrinus J A, Doenz F et al. Acute aortic dissection with carotid and coronary malperfusion: from imaging to pathology [J]. *Am J Forensic Med Pathol*, 2014 Sep; 35 (3): 157-62.

(收稿日期: 2021-12-04) (校对编辑: 朱丹丹)