

论 著·胸部

冠状动脉搭桥术后患者
MSCT影像学变化及与
心脏功能的关系王汇芬^{1,*} 管 枢¹ 孙 政²

1.郑州市第七人民医院CT室

2.河南省人民医院急诊科 (河南 郑州 450000)

【摘要】目的 探讨冠状动脉搭桥术(CABG)后患者多层螺旋CT(MSCT)影像学变化及与心脏功能的关系。方法 选取我院2022年1月至2023年12月收治的66例冠心病接受CABG术治疗患者,所有受试者术前、术后1个月均接受MSCT影像学检查,观察其影像学变化、心脏功能改善率,并分析患者一般资料、影像学征象与心脏功能改善的关系。结果 MSCT影像学显示术后患者冠脉狭窄程度较术前减轻($P<0.05$);术后肺间质性水肿、心包积液、胸腔积液发生率显著低于术前($P<0.05$);术后收缩末期室壁增厚率显著大于术前($P<0.05$)。CABG治疗后52例(78.79%)患者射血分数(EF)改善,46例(69.70%)患者舒张末期容积(EDV)改善,51例(77.27%)患者收缩末期容积(ESV)改善,40例(60.61%)患者每搏输出量(SV)改善。EF改善组糖尿病、冠脉狭窄率 $>25\%$ 、心包积液占比低于未改善组($P<0.05$),收缩末期室壁增厚率大于未改善组($P<0.05$);EDV改善组高脂血症、冠脉狭窄率 $>25\%$ 、胸腔积液占比低于未改善组($P<0.05$);ESV改善组冠脉狭窄率 $>25\%$ 占比低于未改善组($P<0.05$);其余组间比较无统计学差异($P>0.05$)。Logistic回归分析发现,糖尿病、冠脉狭窄率 $>25\%$ 、收缩末期室壁增厚率低均是EF改善的危险因素($P<0.05$);高脂血症是EDV改善的危险因素($P<0.05$)。结论 MSCT可清晰显示CABG术后桥血管狭窄、肺间质性水肿、心包积液、胸腔积液等情况,以及通过测定EF、EDV、ESV、SV参数评估心脏功能;糖尿病、冠脉狭窄率 $>25\%$ 、收缩末期室壁增厚率低、高脂血症均是影响心脏功能的危险因素。

【关键词】冠状动脉搭桥术;冠心病;
多层螺旋CT;心脏功能;危险因素

【中图分类号】R541.4

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.10.024

Relationship between MSCT Imaging
Changes and Cardiac Function in Patients
after Coronary Artery Bypass GraftingWANG Hui-fen^{1,*}, GUAN Shu, SUN Zheng.

1.CT Room, The 7th People's Hospital of Zhengzhou, Zhengzhou 450000, Henan Province, China

2.Department of Emergency, Henan Provincial People's Hospital, Zhengzhou 450000, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the changes of multi-slice spiral CT (MSCT) imaging and its relationship with cardiac function in patients after coronary artery bypass grafting (CABG). **Methods** 66 patients with coronary heart disease who underwent CABG in the hospital from January 2022 to December 2023 were selected. All subjects underwent MSCT imaging examination before surgery and at 1 month after surgery. The imaging changes and cardiac function improvement rate were observed, and the relationship between general data, imaging signs and cardiac function improvement was analyzed. **Results** MSCT imaging showed that the degree of coronary artery stenosis in patients after surgery was relieved than that before surgery ($P<0.05$). The incidence rates of pulmonary interstitial edema, pericardial effusion and pleural effusion after surgery were significantly lower than those before surgery ($P<0.05$). The end-systolic ventricular wall thickening rate was significantly higher after surgery than that before surgery ($P<0.05$). After CABG treatment, 52 patients (78.79%) had improved ejection fraction (EF), 46 patients (69.70%) had improved end-diastolic volume (EDV), 51 patients (77.27%) had improved end-systolic volume (ESV), and 40 patients (60.61%) had improved stroke volume (SV). The proportions of diabetes mellitus, coronary stenosis rate $>25\%$, pericardial effusion in EF improvement group were lower than those in non-improvement group ($P<0.05$) while the end-systolic ventricular wall thickening rate was higher ($P<0.05$). The proportions of hyperlipidemia, coronary stenosis rate $>25\%$ and pleural effusion in EDV improvement group were lower than those in non-improvement group ($P<0.05$). The proportion of coronary artery stenosis rate $>25\%$ was lower in ESV improvement group than that in non-improvement group ($P<0.05$). There were no statistical differences among the other groups ($P>0.05$). Logistic regression analysis showed that diabetes mellitus, coronary stenosis rate $>25\%$ and low end-systolic ventricular wall thickening rate were risk factors for EF improvement ($P<0.05$). Hyperlipidemia was a risk factor for the improvement of EDV ($P<0.05$). **Conclusion** MSCT can clearly show the situation of graft stenosis, pulmonary interstitial edema, pericardial effusion and pleural effusion after CABG, and evaluate cardiac function by measuring EF, EDV, ESV and SV parameters. Diabetes mellitus, coronary stenosis rate $>25\%$, low end-systolic ventricular wall thickening rate, and hyperlipidemia are all risk factors affecting cardiac function.

Keywords: Coronary Artery Bypass Grafting; Coronary Heart Disease; Multi-slice Spiral CT; Cardiac Function; Risk Factors

冠心病(CHD)是一种因冠状动脉内脂质或其他物质堆积形成斑块堵塞血管而引起的缺血性疾病^[1]。CHD患者因冠脉狭窄、血流障碍造成心肌缺血、缺氧,可引发胸痛、心悸呼吸困难等症状,严重者冠脉闭塞可引起心肌坏死,造成不可逆损伤,因此,早发现、早治疗对改善CHD患者预后具有重要意义^[2]。冠状动脉搭桥术(CABG)是治疗CHD心肌缺血、缺氧有效方式之一,是移植其他部位健康血管至冠脉狭窄处,一端与升主动脉连接,一端与狭窄远段连接,形成新的血流通路,改善心肌缺血、缺氧^[3]。但CABG术后患者心脏功能恢复也受患者病情严重程度、基础疾病、并发症等影响,因此需检测患者术后心脏功能恢复情况,以便于临床制定辅助治疗策略,帮助恢复心脏功能^[4]。影像学检查一直被认为是评价CABG术后心脏功能的首要方法,多层螺旋CT(MSCT)具有成像快,时间、空间分辨率高等优势,且该方法简单、无创、可重复性高^[5],笔者推测MSCT应用于CABG术后心脏功能评估中具有较高效能,基于此,本研究探讨CABG术后患者MSCT影像学变化及与心脏功能的关系,结果如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性选取2022年1月至2023年12月在我院接受CABG治疗的66例患者为研究对象。其中男32例,女34例;年龄45~73岁,平均(57.93±5.22)岁。

纳入标准:满足CHD诊断,且接受冠状动脉搭桥术治疗^[6];临床、影像学资料完整;首次接受CABG治疗;小于80岁。排除标准:影像图片模糊或有严重伪影者;存在其他心脑血管病史;合并恶性心律失常、心脏血管畸形等其他心脏疾病者;恶性肿瘤者;存在严重肾、肝功能障碍者。

1.2 方法

1.2.1 MSCT检查 术前、术后1个月采用128排256层螺旋极速CT检查,患者安静休息30 min,心率(如未达到65次/min左右,则采取药物干预)平稳后取仰卧位,双手上抬至头

【第一作者】王汇芬,女,主治医生,主要研究方向:胸腹部及全身血管的放射诊断与治疗研究。E-mail: moyouyan4213@126.com

【通讯作者】王汇芬

顶，首先进行平扫，嘱咐患者屏气，扫描范围从主支气管分叉到心脏膈面，扫描参数调整为：管电压120 kV、电流为200 mAs、螺距为1.0、层厚为0.6 mm。而后进行增强扫描，具体方法如下：以4.5 mL/s速度经肘正中静脉注射50 mL碘帕醇(上海博莱科信谊药业有限责任公司，国药准字H20053388，100ml:37g)+50 mL生理盐水，嘱咐患者屏气，注射同时进行增强扫描，扫描范围同平扫，扫描参数设定为：电流360~400 mA、球管压100kV/120 kV，螺距0.2~0.5，重建层厚1 mm，重建层间距0.4 mm，视野320 mm×320 mm，矩阵512×512，速度0.35 s/360°，时间0.35~2.48 s，准直器宽度1.25 mm*32，对患者冠状动脉血供情况、狭窄程度等进行显示。

1.2.2 影像图片分析 影像图片自动上传至后处理工作站完成重建，由2名经验丰富的医师以双盲法阅片，结果有异议时请第3位医师阅片。

获得射血分数(EF)、舒张末期容积(EDV)、收缩末期容积(ESV)、每搏输出量(SV)参数，改善率=(改善后参数-改善前参数)/改善前参数×100%，改善率≤0则为未改善，改善率>0则为改善^[7]。

冠脉狭窄程度评估标准如下^[8]：狭窄率=(狭窄近心端血管直径-狭窄处血管直径)/狭窄近心端血管直径×100%，狭窄率1%-24%为Ⅰ级，25%~49%为Ⅱ级，50%~69%为Ⅲ级，70%~99%为Ⅳ级，100%为Ⅴ级。

收缩末期室壁增厚率评估标准如下^[9]：选取冠状动脉狭窄最严重的分支，收缩末期室壁增厚率=(收缩末期室壁厚度-舒张末期

室壁厚度)/舒张末期室壁厚度*100%。
1.3 统计学方法 用SPSS 22.0分析，计数资料用χ²检验或Fisher精准概率，等级资料用秩和检验，均以n(%)表示；计量资料以(x ± s)表示，两组间用t检验；采用多因素Logistic回归分析CABG术后心脏功能的影响因素，P<0.05为有统计学意义。

2 结果

2.1 CABG患者治疗前后MSCT影像学改变 66例患者术前MSCT影像图片显示78.79%(52例/66例)患者冠脉狭窄Ⅳ级，21.21%(14例/66例)患者冠脉狭窄Ⅴ级，术后MSCT影像图片显示63.64%(42例/66例)患者冠脉狭窄Ⅰ级，36.36%(24例/66例)患者冠脉狭窄Ⅱ级，比存在显著统计学差异(P<0.05)。术前MSCT影像图片显示肺间质性水肿72.72%(48例/66例)，心包积液37.88%(25例/66例)，胸腔积液31.82%(21例/66例)。术后MSCT影像图片显示48例肺间质水肿患者中87.50%(42例/48例)基本吸收，8.33%(4例/48例)较术前无明显变化，4.17%(2例/48例)较术前恶化，18例术前无肺间质水肿患者中5.56%(1/18例)出现新发肺间质水肿；25例心包积液患者中92.00%(23例/25例)基本吸收，4.00%(1例/25例)较术前无明显变化，4.00%(1例/25例)较术前恶化，无新发心包积液出现；21例胸腔积液患者中95.24%(20例/21例)基本吸收，4.76%(1例/21例)较术前无明显变化，45例术前无胸腔积液患者中4.44%(2/45例)出现新发肺间质水肿。术后MSCT影像图片显示肺间质性水肿、心包积液、胸腔积液发生率显著低于术前(P<0.05)。术后收缩末期室壁增厚率显著大于术前(P<0.05)。见表1。

表1 CABG患者治疗前后MSCT影像学特征比较[n(%)]

参数	n	冠脉狭窄程度					肺间质性水肿	心包积液	胸腔积液	收缩末期室壁增厚率(%)
		Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级	Ⅳ级	Ⅴ级				
术前	66	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	52(78.79)	14(21.21)	48(72.72)	25(37.88)	21(31.82)	20.56±4.11
术后	66	42(63.64)	24(36.36)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	7(10.61)	2(3.03)	3(4.55)	78.64±13.97
统计值	66	10.450	52.395	24.631	16.500	32.402				
P	66	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001				

2.2 CABG治疗后心脏功能改善率 CABG治疗后52例(78.79%)患者EF改善，46例(69.70%)患者EDV改善，51例(77.27%)患者ESV改善，40例(60.61%)患者SV改善，见表2。

2.3 心脏功能改善组与未改善组一般资料、MSCT影像特征比较 EF改善组糖尿病、冠脉狭窄率>25%、心包积液占比低于未改善组(P<0.05)，收缩末期室壁增厚率大于未改善组(P<0.05)；EDV改善组高脂血症、冠脉狭窄率>25%、胸腔积液占比低于未改善组(P<0.05)；ESV改善组冠脉狭窄率>25%占比低于未改善组(P<0.05)；其余组间比较无统计学差异(P>0.05)，见表3。

2.4 心脏功能危险因素分析 以心脏功能改善情况为因变量Y，糖尿病、冠脉狭窄率>25%等作为自变量X，进行Logistic回归分析发现，糖尿病、冠脉狭窄率>25%、收缩末期室壁增厚率低均

是EF改善的危险因素(P<0.05)；高脂血症是EDV改善的危险因素(P<0.05)，见表4。

2.5 典型病例影像分析 见图1~2。

表2 CABG治疗后心脏功能改善率[n(%)]

参数	n	≤0%	1%~10%	11%~20%	21%~30%	>30%
EF	66	14(21.21)	17(25.76)	18(27.27)	3(4.55)	14(21.21)
EDV	66	20(30.30)	9(13.64)	11(16.67)	17(25.76)	9(13.64)
ESV	66	15(22.73)	17(25.76)	17(25.76)	8(12.12)	9(13.64)
SV	66	26(39.69)	9(13.64)	20(30.30)	6(9.09)	5(7.58)

表3 心脏功能改善组与未改善组一般资料、MSCT影像特征比较[n(%)]

指标	n	EF				EDV			
		改善(n=52)	未改善(n=14)	统计值	P	改善(n=46)	未改善(n=20)	统计值	P
男性	32	25(78.12)	7(50.00)	0.016	0.898	20(43.48)	12(60.00)	1.523	0.217
年龄	66	57.27±5.32	60.38±6.87	1.822	0.073	56.99±5.77	60.08±6.08	1.759	0.083
高血压	37	27(51.29)	10(71.43)	1.704	0.192	24(52.17)	13(65.00)	0.931	0.335
糖尿病	24	11(21.15)	13(92.86)	24.507	<0.001	16(34.78)	8(40.00)	0.164	0.686
高脂血症	42	34(65.38)	8(57.14)	0.324	0.569	23(50.00)	17(95.00)	12.198	<0.001
吸烟	24	18(34.62)	6(42.86)	0.324	0.569	14(30.43)	10(50.00)	2.306	0.129
冠脉狭窄率>25%	24	15(28.85)	9(64.29)	5.987	0.014	13(28.26)	11(55.00)	4.307	0.038

肺间质性水肿	7	4(7.69)	3(21.43)	—	0.159*	5(10.87)	2(10.00)	—	1.000*
心包积液	2	0(0.00)	2(14.29)	—	0.042*	1(2.17)	1(5.00)	—	0.517*
胸腔积液	3	1(1.92)	2(14.29)	—	0.111*	0(0.00)	3(15.00)	—	0.025*
收缩末期室壁增厚率	66	81.12±11.21	69.41±9.72	3.560	0.001	80.11±10.19	75.25±12.27	1.672	0.099

续表3

指标	n	ESV				SV			
		改善(n=51)	未改善(n=15)	统计值	P	改善(n=40)	未改善(n=26)	统计值	P
男性	32	23(45.10)	9(60.00)	1.031	0.310	22(55.00)	10(38.46)	1.726	0.189
年龄	66	58.21±3.32	56.95±5.71	1.081	0.284	57.21±4.05	59.02±4.37	1.720	0.090
高血压	37	27(52.94)	10(66.67)	0.886	0.346	21(52.50)	16(61.54)	0.523	0.470
糖尿病	24	17(33.33)	7(46.67)	0.890	0.345	14(35.00)	10(38.46)	0.082	0.775
高脂血症	42	30(58.82)	12(80.00)	2.246	0.134	24(60.00)	18(69.23)	0.580	0.446
吸烟	24	16(31.37)	8(53.33)	2.416	0.120	13(32.50)	11(42.31)	0.655	0.418
冠脉狭窄率>25%	24	15(29.41)	9(60.00)	4.687	0.030	15(37.50)	9(34.62)	0.057	0.812
肺间质性水肿	7	4(7.84)	3(20.00)	—	0.188*	4(10.00)	3(11.54)	—	1.000*
心包积液	2	1(1.96)	1(6.67)	—	0.406*	0(0.00)	2(7.69)	—	0.152*
胸腔积液	3	1(1.96)	2(13.33)	—	0.127*	2(5.00)	1(3.85)	—	1.000*
收缩末期室壁增厚率	66	79.84±10.87	74.55±11.21	1.645	0.105	80.02±9.87	76.52±10.25	1.387	0.170

注：*采用Fisher精准概率。

表4 心脏功能危险因素分析

参数		β	SE	wald × ²	OR	95%CI下限	95%CI上限	P值
EF	糖尿病	0.092	0.034	7.322	1.096	1.026	1.172	0.007
	冠脉狭窄率>25%	0.104	0.019	29.961	1.110	1.069	1.152	<0.001
	心包积液	0.059	0.072	0.671	1.061	0.921	1.222	0.413
	收缩末期室壁增厚率	0.112	0.023	23.713	1.119	1.069	1.170	<0.001
EDV	高脂血症	0.117	0.042	7.760	1.124	1.035	1.221	0.006
	冠脉狭窄率>25%	0.051	0.072	0.502	1.052	0.914	1.212	0.479
	胸腔积液	0.077	0.124	0.386	1.080	0.847	1.377	0.535
ESV	冠脉狭窄率>25%	0.142	0.092	2.382	1.153	0.962	1.380	0.123

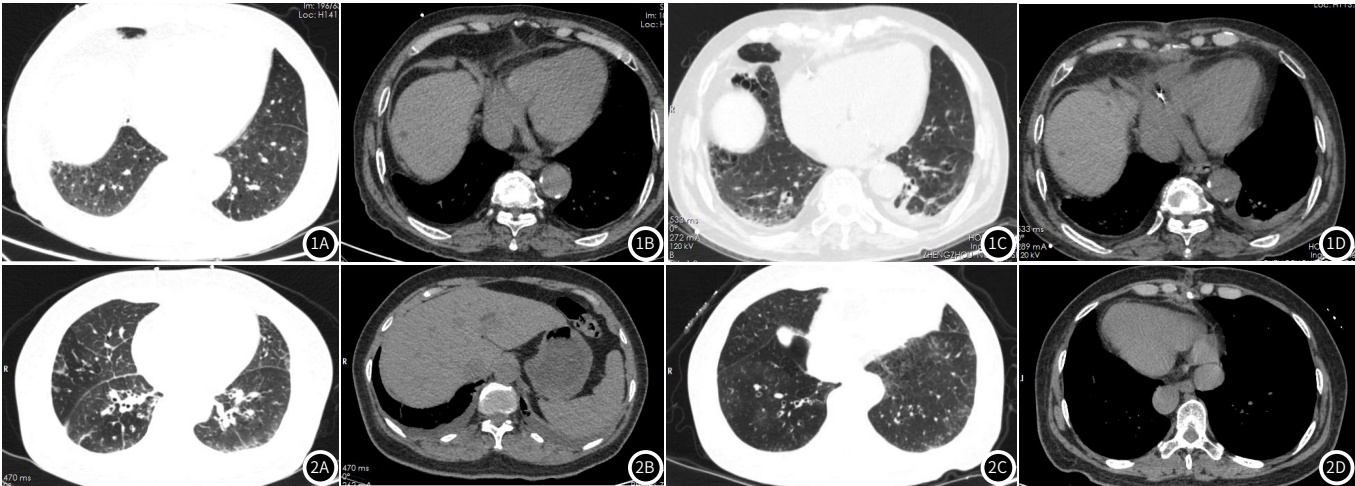


图1 1例患者MSCT检查影像图片。注：患者男，73岁，因“冠状动脉狭窄”入院，入院后行MSCT，图1A～1B提示冠脉搭桥术前，双肺轻度间质性改变，心包少量积液；图1C～1D提示冠脉搭桥术后，双肺间质性水肿对比术前加重，心包积液增多，胸腔积液新发。

图2 1例患者MSCT检查影像图片。注：患者女，65岁，因“冠状动脉狭窄”入院，入院后行MSCT，图2A～2B提示冠脉搭桥术前双肺间质性水肿，双侧胸腔及心包积液；图2C～2D提示冠脉搭桥术后双肺间质性水肿基本吸收，双侧胸腔及心包积液基本吸收。

3 讨论

CABG是CHD患者的常用治疗手段,尤其适用于高危CHD患者, Jabagi H等研究^[10]发现高危CHD患者接受CABG治疗后,心脏功能得到明显改善,患者活动耐受度、生活质量得到显著提高。CABG是通过重建血管通路恢复心脏血流灌注,治疗效果较好,但术后心脏功能恢复也与患者一般情况、CHD病情严重程度等有关。本研究通过MSCT检查评估患者术前、术后心脏功能情况,便于评价CABG疗效,以及分析影响CABG疗效的因素。

CHD患者出现肺间质性水肿、心包积液、胸腔积液等征象均是由于心脏血流灌注不足造成左心功能不全导致,左心功能不全时肺静脉回流受阻,血管静脉压升高,体液渗出导致肺间质性水肿;左心功能不全引起血液淤积、冠状动脉穿孔引起急性冠脉综合征等则会导致血性心包积液发生;左心功能不全引起体循环淤血以及冠脉狭窄引起心肌坏死等可能造成胸腔积液出现^[11-12]。收缩末期室壁增厚率至少大于33%,而下降至33%以下则表明左心室收缩功能严重下降^[7]。本研究中MSCT影像学显示术后患者冠脉狭窄程度较术前减轻($P<0.05$);术后肺间质性水肿、心包积液、胸腔积液发生率显著低于术前($P<0.05$);术后收缩末期室壁增厚率显著大于术前($P<0.05$),提示CABG治疗CHD患者具有显著疗效。近些年,心脏功能参数被广泛应用于评估CABG预后中,且取得较高的预测效能。CHD患者术前因心肌缺血、缺氧,导致心肌代谢、心室结构、心壁运动等均发生改变,具体可体现为EF明显降低,EDV、ESV、SV明显升高^[13]。本研究中发现,CABG治疗后52例(78.79%)患者EF改善,46例(69.70%)患者EDV改善,51例(77.27%)患者ESV改善,40例(60.61%)患者SV改善。提示CABG治疗CHD患者可明显改善心脏功能。以往评价CABG疗效的金标准为冠脉造影,但其有创性、昂贵、重复性差等特点导致临床应用受限制MSCT影像学技术可克服上述劣势,且具有较高的时间、空间分辨力,可清晰显示液性阴影,以便于观察CHD患者肺间质性水肿、心包积液、胸腔积液等好转情况,用于评估CABG疗效^[14]。此外,MSCT影像学利用VR、MPR等重建技术可对桥血管进行观察,评估其桥血管与冠脉连接、桥血管狭窄情况;且MSCT受患者心脏结构影响较小,是通过积分原理及阈值体素原则来勾勒心室轮廓,计算患者心室容积、EF收缩末期室壁增厚率等,可准确反映CABG术后患者心脏功能^[15]。

最后,本研究通过单、多因素分析发现,EF改善组糖尿病、冠脉狭窄率 $>25\%$ 、心包积液占比低于未改善组($P<0.05$),收缩末期室壁增厚率大于未改善组($P<0.05$);EDV改善组高脂血症、冠脉狭窄率 $>25\%$ 、胸腔积液占比低于未改善组($P<0.05$);ESV改善组冠脉狭窄率 $>25\%$ 占比低于未改善组($P<0.05$);糖尿病、冠脉狭窄率 $>25\%$ 、收缩末期室壁增厚率低均是EF改善的危险因素($P<0.05$);高脂血症是EDV改善的危险因素($P<0.05$),提示糖尿病、冠脉狭窄率 $>25\%$ 、收缩末期室壁增厚率低、高脂血症均是影响心脏功能的危险因素。长期的高血糖状态会导致血管、心肌僵硬增加,从而影响心室顺应性、心室收缩能力,使心室功能、结构等发生改变,最终导致EF下降^[16]。桥血管狭窄率越高,则提示心肌缺血、缺氧程度越重,心肌收缩能力也随之下降,导致EF能力变差^[17]。收缩末期室壁增厚率可反映节段性室壁运动,当心肌缺血功能障碍时收缩末期室壁增厚率处于低于正常阈值水平,CABG术后改善心肌血流灌注,室壁运动能力恢复,收缩末期室壁增厚率增高,故收缩末期室壁增厚率是定量评估心脏功能的指标^[18]。血脂异常状态可诱发机体纤溶系统、凝血系统发生异常改变,增加血液血液黏稠度,使CABG术后桥血管再次狭窄风

险增高,不利于心脏功能恢复^[9]。

综上所述,MSCT可清晰显示CABG术后桥血管狭窄、肺间质性水肿、心包积液、胸腔积液等情况,以及通过测定EF、EDV、ESV、SV参数评估心脏功能;糖尿病、冠脉狭窄率 $>25\%$ 、收缩末期室壁增厚率低、高脂血症均是影响心脏功能的危险因素。

参考文献

- [1] Shaya GE, Leucker TM, Jones SR, et al. Coronary heart disease risk: low-density lipoprotein and beyond[J]. Trends Cardiovasc Med, 2022, 32(4): 181-194.
- [2] Liang F, Wang Y. Coronary heart disease and atrial fibrillation: a vicious cycle[J]. Am J Physiol Heart Circ Physiol, 2021, 320(1): H1-H12.
- [3] Zhu L, Li D, Zhang X, et al. Comparative efficacy on outcomes of C-CABG, OPCAB, and ONBEAT in coronary heart disease: a systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Int J Surg, 2023, 109(12): 4263-4272.
- [4] 周星彤, 刘畅, 冯雪, 等. 行冠状动脉旁路移植术的冠心病患者存在主动脉病变和外周动脉狭窄的情况及其影响因素研究[J]. 实用心脑血管病杂志, 2020, 28(6): 36-41.
- [5] 李泽生. 实时三维超声、MSCT评价冠状动脉搭桥术后心功能的临床研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(12): 67-70.
- [6] 中国医师协会放射医师分会. 冠心病CT检查和诊断中国专家共识[J]. 中华放射学杂志, 2024, 58(2): 135-149.
- [7] 牛艳, 靳春荣. 冠脉搭桥后心脏结构与功能CT影像学评价和临床相关影响因素分析[J]. 影像科学与光化学, 2021, 39(2): 305-309.
- [8] 顾湘, 姚倩东, 何禹宏. CT血管造影结合血清Klotho和FGF23水平对冠脉临界病变血管狭窄程度的诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(9): 91-93.
- [9] 覃璇. 冠脉搭桥术后心脏结构与功能的CT影像学评价及临床主要相关影响因素分析[D]. 中国医科大学, 2024.
- [10] Jabagi H, Chong AY, So D, et al. Native coronary disease progression post coronary artery bypass grafting[J]. Cardiovasc Revasc Med, 2020, 21(3): 295-302.
- [11] 曲红培, 冯喆, 杨杨, 等. 超声显示心包积液对于诊断急性心肌梗死后亚急性左心室游离壁破裂的意义[J]. 中国医学影像技术, 2021, 37(2): 311-313.
- [12] 郝亚逢, 张利峰, 王学智, 等. 99mTc-MIBI门控心肌灌注显像对行沙库巴曲缬沙坦治疗的冠心病患者心肌血流灌注及心功能的评估价值[J]. 陕西医学杂志, 2024, 53(4): 514-517, 522.
- [13] 刘晓城, 李永, 李卫天, 等. CT冠脉成像、超声心动图对老年冠心病患者左心室功能的评估价值[J]. 河北医药, 2023, 45(16): 2486-2488, 2492.
- [14] 查达勇, 潘大彬, 单泽阳. 螺旋CT冠脉成像在冠状动脉搭桥术后随访中临床应用价值分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(10): 53-54.
- [15] Chen P, Wu T, Peng Q, et al. Application value between dynamic electrocardiogram and MSCT myocardial perfusion imaging in the diagnosis of myocardial ischemia in coronary heart disease[J]. Ann Palliat Med, 2021, 10(10): 10720-10725.
- [16] 刘杰. 2型糖尿病患者左心室收缩功能异常的早期评估研究[D]. 中国医学科学院, 2023.
- [17] Hu Q, Zhang H, Gutiérrez Cortés N, et al. Increased Drp1 acetylation by lipid overload induces cardiomyocyte death and heart dysfunction[J]. Circ Res, 2020, 126(4): 456-470.
- [18] 高娜, 马鑫, 燕茹, 等. 应变技术定量评价肥胖小鼠左心室心肌收缩功能与早期炎症的关系[J]. 中国医学影像学杂志, 2022, 30(7): 678-683.

(收稿日期: 2024-09-24)

(校对编辑: 姚丽娜、赵望淇)