

不同区域的心包脂肪容积与心血管危险因素及冠状动脉粥样硬化的关系

梁春晓 李爽 刘莹 余建群

(四川大学华西医院放射科, 四川 成都 610041)

【摘要】目的 研究不同区域心包脂肪容积与心血管危险因素及冠状动脉粥样硬化的关系。**方法** 回顾性收集本院 2018 年 1—12 月行 CT 冠状动脉造影检查的住院患者资料, 根据排除标准最终纳入 203 例。设置 CT 值为 $-200 \sim -30$ HU, 测量从左心耳上缘到心尖水平的心包内脂肪容积(Epi-FV)、心包外脂肪容积(Para-FV)及心脏周围脂肪容积(Peri-FV)。根据测得的心包脂肪量, 将 Epi-FV、Para-FV 及 Peri-FV 分别分为高低两组, 即 H-epi、L-epi、H-para、L-para 和 H-peri、L-peri 组, 比较不同心包脂肪分组间性别、年龄、体重指数和血糖等心血管危险因素及冠状动脉粥样硬化是否有差异。**结果** H-epi、H-para 及 H-peri 组糖尿病及高血脂患者较多, 年龄较大, 体重指数及甘油三酯较高, 而高密度脂蛋白较低, 此外, H-para 及 H-peri 组具有更多的男性、吸烟者及更高的血糖水平。在冠状动脉粥样硬化分析中, H-epi 及 H-peri 组有更多的冠状动脉粥样硬化患者, 且斑块累及节段更广, Gensini 评分更高, 而 H-para 组危险斑块多于 L-para 组(所有 $P < 0.05$)。**结论** 心脏周围不同区域的心包脂肪与心血管危险因素及冠状动脉粥样硬化的关系不同。Para-FV 较高者存在更多的心血管危险因素及更多的危险斑块, 而 Epi-FV 较高者, 冠状动脉更易形成斑块, 且累及范围更广。

【关键词】 脂肪组织; CT 冠状动脉造影; 心血管危险因素; 冠状动脉粥样硬化

【DOI】 10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2020.08.022

Epicardial, Paracardial and Pericardial Fat Volume by CCTA: Relationship with Cardiovascular Risk Factors and Coronary Atherosclerosis

LIANG Chunxiao, LI Shuang, LIU Ying, YU Jianqun

(Department of Radiology, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, Sichuan, China)

【Abstract】Objective To analyze the relation of epicardial, paracardial and pericardial fat volume with cardiovascular risk factors and coronary atherosclerosis. **Methods** Clinical data of admitted patients undergoing coronary computed tomography angiography (CCTA) from Jan to Dec, 2018 were collected, and according to exclusion criteria, 203 patients were enrolled. The epicardial fat volume (Epi-FV), paracardial fat volume (Para-FV) and pericardial fat volume (Peri-FV) from the superior border of left atrial appendage to the apex with CT value between -200 HU and -30 HU were calculated according to CCTA images. Based on the quantity of fat volume, we divided the patients into different groups, including H-epi, L-epi, H-para, L-para, H-peri and L-peri, respectively. It is compared that the differences of cardiovascular risk factors, like sex, age, BMI, fasting blood glucose and so on, and coronary atherosclerosis between different groups. **Results** There were much more diabetes mellitus and hyperlipidemia patients in the H-epi, H-para and H-peri groups, who were older and had a higher BMI, triglyceride but a lower high-density lipoprotein level. Furthermore, groups of H-para and H-peri were consisted with more men, smoker and had a higher blood glucose concentration. In addition, the patients with greater Epi-FV and Peri-FV had more coronary atherosclerosis individuals, and more coronary artery segments involved and higher Gensini score. However, H-para group had more vulnerable plaques than L-para group (all $P < 0.05$). **Conclusion** Adipose tissue around the heart in different location played different roles in coronary atherosclerosis and had different associations with cardiovascular risk factors. Greater Para-FV had more risk factors and more vulnerable coronary plaques. However, higher Epi-FV was more prone to forming coronary plaques and had a wider coronary atherosclerosis.

【Key words】 Adipose tissue; Coronary computed tomography angiography; Cardiovascular risks; Coronary atherosclerosis

心脏周围脂肪包括位于心肌与脏层心包之间的 心包内脂肪及位于心包外表面的心包外脂肪。脂肪

组织既能分泌脂联素等保护心脏及血管,也可分泌趋化因子及炎症因子,促进血管炎性病变^[1-5],心包内脂肪与冠状动脉直接接触,其分泌的炎症因子可直接或旁分泌作用于冠状动脉,而心包外脂肪位于心包外表面,与冠状动脉之间以心包相隔,其与冠状动脉粥样硬化的关系尚不明确。近年来,有不少研究认为心包脂肪与冠状动脉粥样硬化^[6-8]、糖尿病^[9]和心血管事件^[10-12]等相关,然而,由于各研究针对的是不同区域心包脂肪的研究,因此研究结果差异较大。本研究回顾性分析 203 例患者的 CCTA 图像,旨在研究不同区域的心包脂肪容积与心血管危险因素及冠状动脉病变的关系。

1 材料与方法

1.1 研究对象

收集本院 2018 年 1—12 月行 CT 冠状动脉造影 (coronary computed tomography angiography, CCTA) 检查的住院患者 276 例,排除心包积液 8 例、心脏瓣膜病 4 例、心包占位 6 例、主动脉瘤 3 例、纵膈肿瘤术后 2 例、冠状动脉支架和搭桥术后 7 例及图像质量问题 43 例,最终纳入研究共 203 例。

1.2 临床资料

收集 203 例患者的基本资料、既往相关病史及生化检查结果 (与 CCTA 检查相差少于 7 d),生化资料包括血糖、甘油三酯、胆固醇、高密度脂蛋白 (high-density lipoprotein, HDL) 和低密度脂蛋白 (low-density lipoprotein, LDL),其他资料包括性别、年龄、身高、体重、血压、是否吸烟、是否患有糖尿病、高血压及高血脂 (均经临床诊断明确) 等,最后根据体重及身高计算体重指数 (body mass index, BMI)。

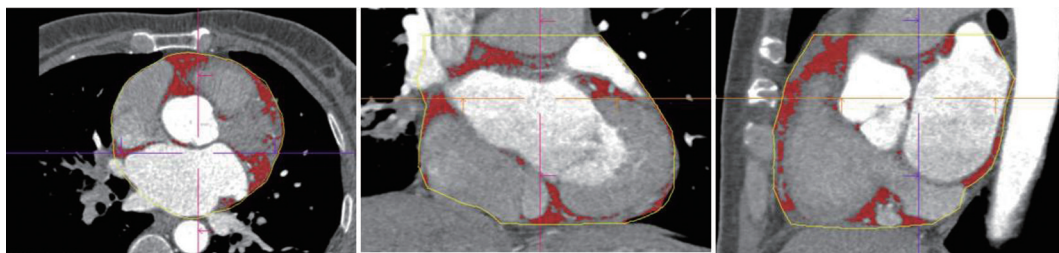
1.3 检查方法

203 例患者均采用新双源 CT (Somatom Definition

Flash, Siemens Medical Solution, Germany) 行冠状动脉造影检查,扫描参数如下:准直器 128 mm×0.6 mm,机架旋转时间 280 ms,重建层厚为 0.75 mm,重建间隔为 0.5 mm, Care kV 根据定位相自动调节管电压,为 100 ~ 120 kV,管电流为 60 ~ 330 mAs (使用 CareDose 4D 技术根据 BMI 选择适宜的管电流)。检查前所有患者需进行呼吸训练,扫描期间嘱患者屏气配合,采用高压注射器 (Medrad Stellant) 经肘正中静脉注入非离子碘对比剂 60 ~ 80 mL (浓度约 370 mg/mL),注射速度约 5 mL/s,采用大螺距前瞻性心电门控 Flash 技术进行扫描,并选择 Minidose-auto 来降低辐射剂量,用 Bolus tracking 法触发扫描,以升主动脉根部为感兴趣区,当达到 100 Hu 阈值时,于 6 s 后自动采集图像,并选择合适的舒张期和收缩期图像重建。

1.4 心包脂肪容积测定

所有患者均使用 CardiacRiskPrototype 软件 (Siemens Medical Solution, Germany) 测量心包脂肪容积 (单位: mL)。由于收缩期心脏对脂肪压迫程度最小,测量图像均选择心脏收缩期图像,并设置 CT 值为 -200 ~ -30 HU,以左心耳上缘为上界,以心包下缘为下界,间隔勾画心包后,自动生成并计算心包内脂肪容积 (epicardial fat volume, Epi-FV)。以同样的方法沿胸骨后缘、纵膈两侧及食管前缘间隔勾画边界,并自动计算心脏周围脂肪容积 (pericardial fat volume, Peri-FV),两者之差即为心包外脂肪容积 (paracardial fat volume, Para-FV) (图 1、图 2)。根据心包脂肪容积的中位数,将 Epi-FV、Para-FV 及 Peri-FV 分别分成高低两组,即 H-epi 组 (Epi-FV ≥ 85.83 mL) 和 L-epi 组 (Epi-FV < 85.83 mL); H-para 组 (Para-FV ≥ 56.65 mL) 和 L-para 组 (Para-FV < 56.65 mL); H-peri 组 (Peri-FV ≥ 141.24 mL) 和 L-peri 组 (Peri-FV < 141.24 mL)。



注:从轴位、冠状位及矢状位显示心包内脂肪 (红色区域)。

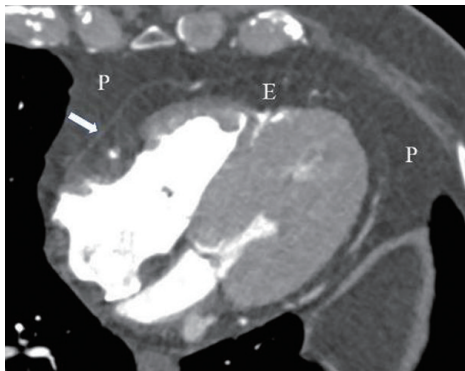
图 1 Epi-FV 测量

1.5 图像评估

所有患者的 CCTA 图像均由两位胸部放射科医生单独评价,意见不统一时经商讨后达到统一。根据美国心脏病协会分段标准将冠状动脉分为 15 个节段,评

估患者冠状动脉有无斑块、斑块具体位置、斑块稳定性及斑块处管腔狭窄程度 (轻度狭窄: 1% ~ 24%, 轻度狭窄: 25% ~ 49%, 中度狭窄: 50% ~ 69%, 重度狭窄: 70% ~ 99%, 闭塞: 100%), 并统计斑块累及节段

数目和 Gensini 评分。危险斑块的特征包括:低密度斑块(CT 值<30 HU),正性重构(斑块处血管外径与斑块近端、远端血管外径均值的比值>1.1),餐巾环征(斑块中心低密度,周边密度较高)及点状钙化。



注:CCTA 轴位图像显示心包(箭头)、心包内脂肪(E)、心包外脂肪(P)及心脏周围脂肪(E+P)。

图 2 心包脂肪的分布

1.6 统计学分析

符合正态分布的资料用均数±标准差表示,偏态分布资料用中位数(四分位数间距)表示。根据 Epi-FV、Para-FV 和 Peri-FV 中位数将其分别分为高低两组,比较两组心血管危险因素及冠状动脉病变有无差异,计量资料比较采用独立样本 *t* 检验或 Mann-Whitney U 检验,计数资料比较采用 χ^2 检验。利用 SPSS 19.0 软件对资料进行统计分析,以 $P\leq 0.05$ 计为差别有统计学意义。

2 结果

2.1 基本资料

203 例患者中,其中男性 119 例(119/203, 58.62%),女性 84 例(84/203, 41.38%),年龄 28~78 岁[平均年龄:(62.12±10.87)岁],吸烟 97 例(97/203, 47.78%),糖尿病 72 例(72/203, 35.47%),高血脂 51 例(51/203, 25.12%),高血压 90 例(90/203, 44.33%)。CCTA 图像显示,有斑块者 81 例(81/203, 39.90%),其中危险斑块 26 例(26/81, 32.10%),轻微及轻度狭窄 28 例(28/81, 34.57%),中重度狭窄 53 例(53/81, 65.43%)(表 1)。

2.2 心包脂肪与心血管危险因素的关系

本组病例中,H-epi 组糖尿病($P=0.001$)及高血脂($P=0.007$)患者多于 L-epi 组,且 H-epi 组平均年龄($P=0.001$)、BMI($P<0.001$)及甘油三酯($P=0.001$)较高,HDL($P=0.012$)较低,而两组间性别、吸烟、胆固醇、LDL、高血压、收缩压及舒张压的比较无差异(表 2)。在高低 para-FV 及 peri-FV 组的比较中,H-para 及 H-peri 组均分别比 L-para 及 L-peri 组有更多的男性

($P<0.001$, $P=0.019$)、吸烟者($P=0.004$, $P=0.020$)、糖尿病(P 均 <0.001)及高血脂($P=0.039$, $P=0.039$)患者,同时 H-para 及 H-peri 组平均年龄($P=0.001$, $P=0.015$)、BMI(P 均 <0.001)、血糖浓度($P=0.010$, $P=0.006$)及甘油三酯(P 均 <0.001)更高,HDL(P 均 <0.001)更低,而胆固醇、LDL、高血压、收缩压及舒张压的比较均无差异(表 3、表 4)。

表 1 基本资料

项目	参数
性别(男,%)	119(58.62%)
年龄(岁)	62.12±10.87
BMI(kg/m ²)	23.26±2.85
吸烟	97(47.78%)
糖尿病	72(35.47%)
血糖(mmol/L)	6.17±1.97
高血脂	51(25.12%)
甘油三酯(mmol/L)	1.26(0.92, 1.73)
胆固醇(mmol/L)	4.59±0.93
HDL(mmol/L)	1.31±0.38
LDL(mmol/L)	2.80±0.82
高血压	90(44.33%)
收缩压(mm Hg)	129.57±19.04
舒张压(mm Hg)	78.59±11.55
有斑块	81(39.90%)
危险斑块	26(32.10%)
狭窄程度	
轻微及轻度狭窄	28(34.57%)
中重度狭窄*	53(65.43%)
累及节段数目	0(0,2)
Gensini 评分	0(0,7.5)

注:* :狭窄程度≥50%;1 mm Hg=0.133 3 kPa。

2.3 心包脂肪与冠状动脉粥样硬化的关系

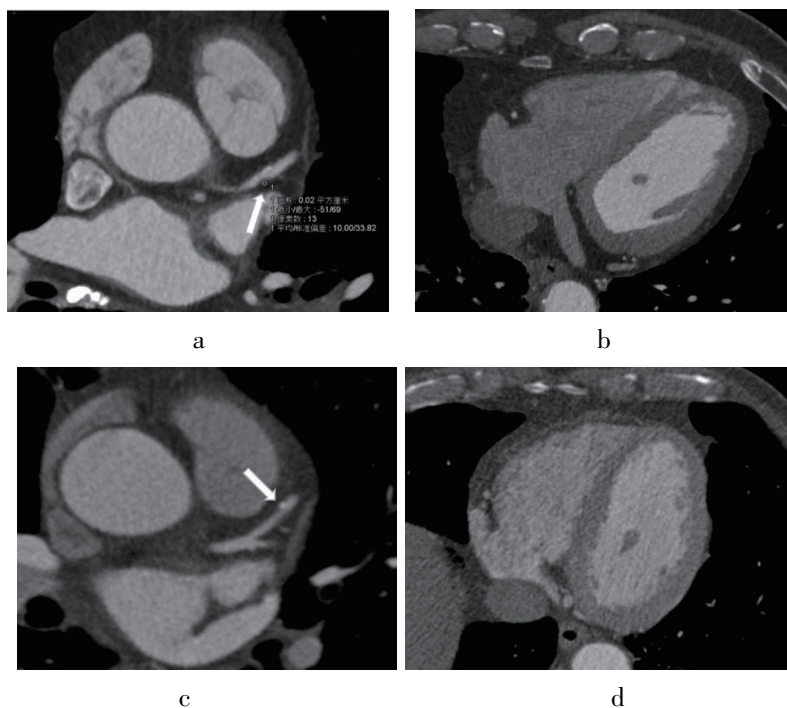
在冠状动脉粥样硬化分析中,H-epi 及 H-peri 组有更多冠状动脉粥样硬化患者($P=0.003$, $P<0.001$),同时冠状动脉粥样硬化累及节段($P=0.010$, $P=0.003$)及 Gensini 评分($P=0.005$, $P=0.003$)均高于 L-epi 及 L-peri 组,而 H-para 组危险斑块($P=0.004$)多于 L-para 组(图 3)(表 5)。

3 讨论

人体脂肪组织包括白色脂肪和棕色脂肪,白色脂肪组织能储存能量并分泌炎症因子、激素等影响新陈代谢及胰岛素抵抗,进而促进心血管粥样硬化,而棕色脂肪组织则主要参与能量消耗及释放^[13-14]。肥胖

患者脂肪量的增加以白色脂肪为主,而棕色脂肪含量^[15]及活性^[13]与 BMI 呈负相关,白色脂肪主要分布于皮下及内脏周围,如胃肠道、肝脏和心脏等,而棕色脂肪主要分布于颈部、锁骨下、脊柱旁和纵隔等^[13,15]。

心包脂肪包含白色脂肪和棕色脂肪^[13],位于胸廓内,分布于心脏周围,少量的脂肪组织可保护心脏及大血管,但过多的脂肪沉积,尤其是白色脂肪组织沉积会对心血管产生一定的影响。



注:a,b图:男性,72岁,糖尿病患者,前降支近段低密度斑块(CT值<30 HU),管腔轻度狭窄,测得 Para-FV:139.09 mL。c、d图:女性,60岁,高血压患者,前降支近段钙化斑块,管腔轻度狭窄,测得 Para-FV:45.20 mL。

图3 Para-FV 与斑块稳定性的关系

表2 基于 Epi-FV 的心血管危险因素比较

危险因素	H-epi	L-epi	P
性别(男,%)	60(50.4%)	59(49.6%)	0.953
吸烟	46(47.42%)	51(52.58%)	0.525
年龄(岁)	64.56±9.31	59.66±11.80	0.001
BMI(kg/m ²)	24.65±2.47	21.87±2.53	<0.001
糖尿病	47(65.28%)	25(34.72%)	0.001
血糖(mmol/L)	6.66±1.70	6.01±2.20	0.247
高血脂	34(66.67%)	17(33.33%)	0.007
甘油三酯(mmol/L)	1.09(0.84,1.60)	1.42(1.05,2.14)	0.001
胆固醇(mmol/L)	4.59±0.86	4.59±1.00	0.972
HDL(mmol/L)	1.25±0.34	1.38±0.41	0.012
LDL(mmol/L)	2.80±0.86	2.79±0.78	0.933
高血压	49(54.44%)	41(45.56%)	0.286
收缩压(mm Hg)	130.85±20.23	128.27±17.76	0.325
舒张压(mm Hg)	78.19±11.53	78.99±11.61	0.621

表 3 基于 Para-FV 的心血管危险因素比较

危险因素	H-para	L-para	P
性别(男,%)	73(61.34%)	46(38.66%)	<0.001
吸烟	59(60.82%)	38(39.18%)	0.004
年龄(岁)	63.75±10.05	60.48±11.46	0.001
BMI(kg/m ²)	24.68±2.25	21.84±2.70	<0.001
糖尿病	50(69.44%)	22(30.56%)	<0.001
血糖(mmol/L)	6.52±2.12	5.81±1.75	0.010
高血脂	32(62.75%)	19(37.25%)	0.039
甘油三酯(mmol/L)	1.43(1.08,2.14)	1.08(0.83,1.59)	<0.001
胆固醇(mmol/L)	4.60±0.87	4.58±1.00	0.886
HDL(mmol/L)	1.22±0.34	1.41±0.40	<0.001
LDL(mmol/L)	2.81±0.82	2.79±0.82	0.881
高血压	39(43.33%)	51(56.67%)	0.103
收缩压(mm Hg)	130.98±19.56	128.14±18.49	0.289
舒张压(mm Hg)	78.01±11.89	79.17±11.23	0.476

表 4 基于 Peri-FV 的心血管危险因素比较

危险因素	H-peri	L-peri	P
性别(男,%)	68(57.14%)	51(42.86%)	0.019
吸烟	57(58.76%)	40(41.24%)	0.020
年龄(岁)	63.96±9.75	60.27±11.65	0.015
BMI(kg/m ²)	24.80±2.18	21.71±2.61	<0.001
糖尿病	51(70.83%)	21(29.17%)	<0.001
血糖(mmol/L)	6.55±2.04	5.79±1.83	0.006
高血脂	32(62.75%)	19(37.25%)	0.039
甘油三酯(mmol/L)	1.75(1.06,2.19)	1.09(0.83,1.57)	<0.001
胆固醇(mmol/L)	4.54±0.84	4.64±1.02	0.434
HDL(mmol/L)	1.22±0.34	1.41±0.40	<0.001
LDL(mmol/L)	2.77±0.81	2.83±0.83	0.591
高血压	50(55.56%)	40(44.44%)	0.177
收缩压(mm Hg)	131.59±20.24	127.52±17.61	0.129
舒张压(mm Hg)	78.41±12.09	78.76±11.04	0.829

表 5 基于心包脂肪容积的冠状动脉粥样硬化比较

	累及节段	Gensini 评分	有无斑块	斑块稳定性	中重度狭窄*
H-epi	0.50(0,2)	0.75(0,10)	$\chi^2=8.718$	$\chi^2=1.680$	$\chi^2=2.357$
L-epi	0(0,1)	0(0,5)			
P	0.010	0.005			
H-para	0(0,2)	0(0,10)	$\chi^2=3.262$	$\chi^2=8.133$	$\chi^2=1.344$
L-para	0(0,1)	0(0,6)			
P	0.115	0.089			
H-peri	1(0,2)	1.75(0,10)	$\chi^2=12.433$	$\chi^2=0.989$	$\chi^2=2.357$
L-peri	0(0,1)	0(0,3.5)			
P	0.003	0.002			

注: *: 狭窄程度≥50%。

心脏周围脂肪、心包内脂肪与心血管危险因素相关^[2, 11, 16-17],也有研究发现心包外脂肪直径能较好地预测代谢综合征^[18],而关于不同区域的心包脂肪与心血管危险因素的关系,此前尚无报道。本研究中,H-epi、H-para 及 H-peri 组患者糖尿病和高血脂等心血管危险因素均高于心包脂肪较低组,这说明心包脂肪越高,其存在的心血管危险因素越多。此外,本研究还发现 H-para 组血糖水平更高,男性及吸烟者更多,而心包内脂肪分组间无差异,这说明高心包外脂肪容积存在更多的心血管危险因素,更能反映机体代谢情况或肥胖情况。

既往研究发现心脏周围脂肪、心包内脂肪与冠状动脉狭窄程度^[6-8]、Gensini 评分^[19]及斑块稳定性^[10, 20-21]等相关,并能作为冠状动脉粥样硬化的独立危险因素。心包外脂肪与冠状动脉粥样硬化的研究此前报道较少,有研究认为心包外脂肪指数相对于心包内脂肪、心脏周围脂肪、内脏脂肪及皮下脂肪等指数(各脂肪容积/体表面积)对于诊断冠心病有较高的敏感性 & 特异性^[22]。本研究采用脂肪容积进行分析,测量更加简单,研究结果显示,心包内及心脏周围脂肪更多的患者,更易发生冠状动脉粥样硬化,且斑块累及范围更广,Gensini 评分也更高,说明心脏周围脂肪尤其是心包内脂肪容积与斑块的形成有一定的关系,且脂肪量越多,冠状动脉粥样硬化的累及范围越广,而心包外脂肪与冠状动脉之间以心包相隔,其对冠状动脉的直接影响较小。本组病例中,H-para 组有更多的危险斑块,血糖和甘油三酯等更高,而心包内脂肪容积与斑块稳定性未见差异,以往报道也发现代谢综合征患者存在更多的心包外脂肪容积,心包外脂肪直径也能较好地预测代谢综合征^[18, 23],说明心包外脂肪能反映全身代谢情况,从而推测斑块稳定性更多地与机体异常代谢有关。不同区域高与低心包脂肪容积对比发现,斑块狭窄程度无差异,说明斑块狭窄程度与心包脂肪量及心包脂肪的具体分布无明显关系。总之,本研究结果显示,心包脂肪容积在一定程度上能反映冠状动脉粥样硬化范围及斑块稳定性,而危险斑块与未来心血管事件发生密切相关^[24],因此 CCTA 可结合心包脂肪容积的测定帮助判断冠状动脉病变甚至预测心血管事件等。

综上,心包脂肪与多种心血管危险因素及冠状动脉粥样硬化相关,而由于心包的间隔,Epi-FV 与 Para-FV 存在一定的差异。Epi-FV 与冠状动脉斑块形成及

粥样硬化累及范围有关,而 Para-FV 与斑块稳定性相关并更能反映机体代谢情况。因此,CCTA 不仅能直接显示冠状动脉病变,还能通过测量心包脂肪容积,反映机体肥胖、代谢情况及提示冠状动脉粥样硬化情况。

参考文献

- [1] Baker AR, Silva NF, Quinn DW, et al. Human epicardial adipose tissue expresses a pathogenic profile of adipocytokines in patients with cardiovascular disease[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2006, 5:1.
- [2] Shimabukuro M, Hirata Y, Tabata M, et al. Epicardial adipose tissue volume and adipocytokine imbalance are strongly linked to human coronary atherosclerosis[J]. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 2013, 33(5):1077-1084.
- [3] Iacobellis G, Pistilli D, Gucciardo M, et al. Adiponectin expression in human epicardial adipose tissue in vivo is lower in patients with coronary artery disease[J]. *Cytokine*, 2005, 29(6):251-255.
- [4] Mazurek T, Zhang L, Zalewski A, et al. Human epicardial adipose tissue is a source of inflammatory mediators[J]. *Circulation*, 2003, 108(20):2460-2466.
- [5] 耿明凤, 马淑梅. 向心性肥胖与心血管疾病相关性的研究进展[J]. *心血管病学进展*, 2019, 40(3):80-83.
- [6] Djaber R, Schuijff JD, van Werkhoven JM, et al. Relation of epicardial adipose tissue to coronary atherosclerosis[J]. *Am J Cardiol*, 2008, 102(12):1602-1607.
- [7] Aslanabadi N, Salehi R, Javadrashid A, et al. Epicardial and pericardial fat volume correlate with the severity of coronary artery stenosis[J]. *J Cardiovasc Thorac Res*, 2014, 6(4):235-239.
- [8] Taguchi R, Takasu J, Itani Y, et al. Pericardial fat accumulation in men as a risk factor for coronary artery disease[J]. *Atherosclerosis*, 2001, 157(1):203-209.
- [9] Li Y, Liu B, Li Y, et al. Epicardial fat tissue in patients with diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2019, 18(1):3.
- [10] Ito T, Nasu K, Terashima M, et al. The impact of epicardial fat volume on coronary plaque vulnerability: insight from optical coherence tomography analysis[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2012, 13(5):408-415.
- [11] Mahabadi AA, Berg MH, Lehmann N, et al. Association of epicardial fat with cardiovascular risk factors and incident myocardial infarction in the general population: the Heinz Nixdorf Recall Study[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2013, 61(13):1388-1395.
- [12] Ding J, Hsu FC, Harris TB, et al. The association of pericardial fat with incident coronary heart disease: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA)[J]. *Am J Clin Nutr*, 2009, 90(3):499-504.
- [13] Gómez-Hernández A, Beneit N, Díaz-Castroverde S, et al. Differential role of adipose tissues in obesity and related metabolic and vascular complications[J]. *Int J Endocrinol*, 2016, 2016:1216783.
- [14] Kloting N, Bluher M. Adipocyte dysfunction, inflammation and metabolic syndrome[J]. *Rev Endocr Metab Disord*, 2014, 15(4):277-287.
- [15] Cypess AM, Lehman S, Williams G, et al. Identification and importance of brown adipose tissue in adult humans[J]. *N Engl J Med*, 2009, 360(15):1509-1517.
- [16] Rosito GA, Massaro JM, Hoffmann U, et al. Pericardial fat, visceral abdominal fat, cardiovascular disease risk factors, and vascular calcification in a community-based sample: the Framingham Heart Study[J]. *Circulation*, 2008,

- 117(5):605-613.
- [17] Nagayama Y, Nakamura N, Itatani R, et al. Epicardial fat volume measured on nongated chest CT is a predictor of coronary artery disease[J]. *Eur Radiol*, 2019,29(7):3638-3646.
- [18] Lim C, Ahn MI, Jung JI, et al. Simple quantification of paracardial and epicardial fat dimensions at low-dose chest CT: correlation with metabolic risk factors and usefulness in predicting metabolic syndrome[J]. *Jpn J Radiol*, 2018,36(9):528-536.
- [19] Okura K, Maeno K, Okura S, et al. Pericardial fat volume is an independent risk factor for the severity of coronary artery disease in patients with preserved ejection fraction[J]. *J Cardiol*, 2015,65(1):37-41.
- [20] Nerlekar N, Brown AJ, Muthalaly RG, et al. Association of epicardial adipose tissue and high-risk plaque characteristics: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Am Heart Assoc*, 2017,6(8):e006379.
- [21] Ito T, Suzuki Y, Ehara M, et al. Impact of epicardial fat volume on coronary artery disease in symptomatic patients with a zero calcium score[J]. *Int J Cardiol*, 2013,167(6):2852-2858.
- [22] Ueda Y, Shiga Y, Idemoto Y, et al. Association between the presence or severity of coronary artery disease and pericardial fat, paracardial fat, epicardial fat, visceral fat, and subcutaneous fat as assessed by multi-detector row computed tomography[J]. *Int Heart J*, 2018,59(4):695-704.
- [23] Chen O, Sharma A, Ahmad I, et al. Correlation between pericardial, mediastinal, and intrathoracic fat volumes with the presence and severity of coronary artery disease, metabolic syndrome, and cardiac risk factors[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2015,16(1):37-46.
- [24] Cury RC, Abbara S, Achenbach S, et al. CAD-RADS(TM) Coronary Artery Disease - Reporting and Data System. An expert consensus document of the Society of Cardiovascular Computed Tomography (SCCT), the American College of Radiology (ACR) and the North American Society for Cardiovascular Imaging (NASCI). Endorsed by the American College of Cardiology[J]. *J Cardiovasc Comput Tomogr*, 2016,10(4):269-281.

收稿日期:2020-01-16

投稿须知

1. 投稿请作者根据系统提示填写完整个人信息(基金项目及编号、单位、地址、邮编、手机号码、E-mail、研究方向等)。
2. 稿件请用 word 格式文件上传,格式参照系统首页 2019 格式示例。
3. 文责自负,编辑部可对文稿作文字修改、删减或退请作者修改。投稿刊登后其版权归《心血管病学进展》编辑部。
4. 收到本刊回执 2 个月后未接本刊录用通知,则稿件仍在审阅研究中,作者如须另投他刊,请先与本刊联系。请勿一稿多投及多稿一投。
5. 本刊已加入中国学术期刊光盘版及网络版。凡在本刊发表的论文将自然转载其中,如作者有异议,请投稿时声明,否则本刊将视为作者同意。

本刊编辑部