

· 心血管影像学 ·

心脏磁共振测量心外膜下脂肪组织厚度在高血压合并心律失常中的应用

潘子怡, 杨朝霞, 唐大中, 黄璐, 夏黎明

【摘要】目的:探讨心脏磁共振(CMR)技术定量分析心外膜下脂肪组织(EAT)厚度在高血压合并心律失常中的应用价值。**方法:**回顾性分析 2020 年 1 月—2020 年 11 月于本院诊治的高血压不伴心律失常(HTN-NA)患者、高血压伴房性心律失常(HTN-AA)患者及高血压伴室性心律失常(HTN-VA)患者各 24 例,以及年龄与性别相匹配的健康志愿者 24 例。所有研究对象进行 3.0T CMR 检查,EAT 厚度在心脏电影图像上进行测量。采用 CVI42 商业后处理软件测量左心房及左心室的功能及心肌应变参数。以单因素方差分析或 Kruskal-Wallis 检验(均由 Bonferroni 校正)比较四组组间基线资料中连续性变量的差异,以协方差分析比较四组组间 CMR 参数的差异。采用受试者操作特征(ROC)曲线下面积(AUC)分析 EAT 厚度鉴别 HTN-AA 与 HTN-NA、HTN-VA 与 HTN-NA 的诊断效能。**结果:**与对照组比较,高血压患者的左心室质量指数(LVMI)增高,整体长轴应变(GLS)减低($P < 0.05$);与 HTN-NA 组及对照组比较,HTN-AA 组的左心房最大、最小及收缩前容积指数(LAV_{i_{max}}、LAV_{i_{min}}、LAV_{i_{bac}})增高,总应变及主动应变(ϵ_s 和 ϵ_a)减低,差异具有统计学意义($P < 0.05$)。高血压合并心律失常患者的右房室间沟(RAVG)、前室间沟(AIVG)、下室间沟(IIVG)、上室间沟(SIVG)和右心室游离壁(RVFW)的 EAT 厚度均高于 HTN-NA 组及对照组($P < 0.05$)。ROC 曲线结果显示,在鉴别高血压合并心律失常患者与高血压不合并心律失常患者时,IIVG 和 RVFW 的诊断效能较高(AUC: 0.831~0.899)。**结论:**CMR 成像测量的 EAT 厚度参数在鉴别高血压合并心律失常与不合并心律失常中具有较高的诊断效能,这可能为进一步研究 EAT 厚度在高血压及心律失常治疗干预方面提供了新的方向。

【关键词】 高血压;心律失常;心脏磁共振成像;心外膜下脂肪

【中图分类号】 R445.2; R544.1; R541.7 **【文献标识码】** A

【文章编号】 1000-0313(2024)11-1481-07

DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2024.11.009

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Application of cardiac magnetic resonance derived epicardial adipose tissue thickness in hypertension comorbid with arrhythmias PAN Zi-yi, YANG Zhao-xia, TANG Da-zhong, et al. Department of Radiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

【Abstract】 Objective: To evaluate the value of cardiac magnetic resonance (CMR) derived epicardial adipose tissue (EAT) thickness in hypertension comorbid with arrhythmias. **Methods:** From January 2020 to November 2020, 24 hypertension with no arrhythmias (HTN-NA), 24 hypertension with atrial arrhythmias (HTN-AA), 24 hypertension with ventricular arrhythmias (HTN-VA), and 24 age-and gender-matched normotensive controls who underwent 3.0T CMR examination were retrospectively enrolled. EAT thickness was measured on cine images. CMR conventional parameters were analyzed using commercial software CVI42. One-way analysis of variance or Kruskal-Wallis test both with Bonferroni correction was performed to compare the differences in continuous variables of baseline data among the four groups, and analysis of covariance was used to compare the differences in CMR-derived parameters among the four groups. Receiver operating characteristic (ROC) curve analysis was performed to assess the diagnostic performance of EAT thickness metrics for differentiating

作者单位:430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科

作者简介:潘子怡(2000—),女,安徽宿州人,硕士研究生,主要从事心血管影像诊断及研究工作。

通讯作者:夏黎明,E-mail:lmxia@tjh.tjmu.edu.cn

基金项目:国家自然科学基金项目(81873889)

the HTN-AA group or HTN-VA group from the HTN-NA group. **Results:** Patients with hypertension had higher left ventricular mass index (LVMi), and impaired global longitudinal strain (GLS) than controls (all $P < 0.05$). Compared with the HTN-NA group and controls group, left atrial maximum, minimum, and before atrial contraction volume index ($LAV_{i_{\max}}, LAV_{i_{\min}}, LAV_{i_{\text{bac}}}$) statistically increased, as well as reservoir and booster pump strain (ϵ_s, ϵ_a) were statistically impaired in HTN-AA group (all $P < 0.05$). Additionally, hypertensive patients with arrhythmias had higher EAT thickness in the right atrioventricular groove (RAVG), anterior interventricular groove (AIVG), inferior interventricular groove (IIVG), superior interventricular groove (SIVG), and right ventricular free wall (RVFW) than HTN-NA patients and controls (all $P < 0.05$). ROC analysis showed that IIVG and RVFW had higher diagnostic value for differentiation of hypertensive patients with arrhythmias from hypertensive patients without arrhythmias (AUC: 0.831~0.899). **Conclusion:** CMR-derived EAT thickness parameters have higher diagnostic performance in identifying hypertension with arrhythmias and without arrhythmias, which could provide a different direction for further study of EAT thickness in the treatment and intervention of hypertension and arrhythmias.

【Key words】 Hypertension; Arrhythmias; Cardiac magnetic resonance imaging; Epicardial adipose tissue

原发性高血压是发生心血管不良事件的重要危险因素,血压升高或控制不佳与心肌梗死、脑卒中、心力衰竭及心律失常的风险增加有关^[1]。高血压导致的心脏损伤可表现为心脏结构重塑、左心室肥厚、心肌间质性纤维化及左心房功能障碍等^[2,3]。研究发现高血压与心律失常之间存在复杂的相互作用,并且临床中高血压通常伴随各种心律失常出现,尤其是心房颤动和室性心律失常^[4]。高血压合并心律失常的发病机制十分复杂,包括左心室肥厚、交感神经过度活动、降压治疗以及一些伴随的共病因素,如肥胖和阻塞性睡眠呼吸暂停等^[5]。

心外膜脂肪组织(epicardial adipose tissue, EAT)是一类代谢活跃的内脏脂肪组织,位于心肌与脏层心包之间。EAT 可直接浸润心肌,引起心肌细胞结构改变与功能紊乱,同时 EAT 可产生脂肪因子、细胞因子及炎症因子等,这可能为心律失常的发生提供基质^[6,7]。尽管一些研究^[8,9]发现 EAT 体积或厚度增加与房颤、室性早搏及室性心动过速等心律失常的发生和严重程度相关,但 EAT 在高血压合并心律失常患者中的研究很少。

心脏磁共振(cardiac magnetic resonance, CMR)成像具有良好的组织对比度,且无辐射^[10],目前是公认的定量评估 EAT 的影像学手段^[11]。国内外基于 CMR 成像测量的 EAT 厚度在诊断高血压合并心律失常患者中的研究很少。因此,本研究旨在探讨 CMR 测量 EAT 厚度在高血压合并心律失常中的应用价值。

材料与方法

1. 临床资料

回顾性收集 2020 年 1 月—2020 年 11 月在本院诊治的高血压不伴心律失常(hypertension-non arrhythmias, HTN-NA)、高血压伴房性心律失常(hypertension-atrial arrhythmias, HTN-AA)及高血压伴室性心律失常(hypertension-ventricular arrhythmias, HTN-VA)各 24 例患者的病例资料。此外,纳入年龄与性别相匹配的健康对照组 24 例。所有患者均对检查知情同意,并签署检查同意书。

高血压患者入组标准:①明确高血压病史,至少两次诊室测量收缩压 > 140 mmHg 和/或舒张压 > 90 mmHg,或者正在服用一种或多种降血压药物;②左心室射血分数正常($\geq 50\%$);③排除其他导致左心室肥厚(中度至重度心脏瓣膜疾病、获得性/遗传性心肌病等)的疾病;④排除继发性高血压(如醛固酮增多症、嗜铬细胞瘤、肾动脉狭窄等);⑤无其他器质性心脏病史(冠心病、风湿性心脏病、先天性心脏病、肺动脉高压、糖尿病等);⑥无肾功能损害(肾小球滤过率 > 30 mL/min \cdot 1.73m²)。排除标准:CMR 图像质量不佳不能进行后处理。心律失常判断:根据 24 小时动态心电图诊断。对照组纳入标准:在华中科技大学同济医学院附属同济医院 CMR 志愿者数据库中选择血压测量正常并且无高血压、糖尿病、高血脂等疾病及其他心血管疾病者,同时 CMR 检查、临床资料及其他影像学检查均未发现明显异常者。

2.CMR 扫描方案

所有受试者均采用 Siemens Skyra 3.0T MR 扫描仪进行 CMR 检查,采用 18 通道体部线圈,仰卧位,回顾性心电门控进行扫描。心脏电影采用稳态自由进动序列扫描,采集层面包括长轴电影(二腔心、三腔心、

四腔心)及短轴电影(自心底至心尖覆盖整个心室)。扫描参数如下:TR 37.7 ms, TE 1.4 ms, 翻转角 55°, 视野 360 mm × 360 mm, 层厚 8 mm, 体素 1.9 mm × 1.9 mm × 8.0 mm, 带宽 965 Hz/像素。

3. 图像分析

所有图像均采用商业心脏后处理软件 cvi42(version 5.11.1, Circle Cardiovascular Imaging, Calgary, Canada)进行分析。使用 Short 3D 模块测量左心室心功能参数。软件自动识别并勾画左心室短轴电影收缩末期和舒张末期的心内膜及心外膜轮廓, 并适当手动调整, 左心室乳头肌及腱索均不包含在内, 从而得到左心室心功能相关参数, 并由体表面积(body surface area, BSA)进行标准化。使用 Tissue Tracking 模块分析左心室心肌应变, 软件在所有短轴及长轴电影图像上自动勾画左心室舒张末期心内膜及心外膜轮廓, 并适当手动调整, 根据应变曲线得到心肌应变参数, 本研究使用 2D 整体心肌应变。左心室重塑指数(left ventricular remodeling index, LVRI)定义为左心室质量与左心室舒张末期容积的比例。

采用 Function Biplanar LAX 模块进行左心房容积测量。在四腔心及两腔心长轴电影图像上勾画左心房轮廓, 将肺静脉及左心房附件排除, 根据双平面法得到左心房容积并由 BSA 进行标准化, 包括左房最大容积指数(left atrial maximum volume index, LAV_{i_{max}})、左房最小容积指数(left atrial minimum volume index, LAV_{i_{min}})、左房收缩前容积指数(left atrial volume before atrial contraction index, LAV_{i_{bac}}) , 并计算左心房总、被动、主动排空分数(left atrial total、passive、active emptying fraction, LAEF_{total}、LAEF_{passive}、LAEF_{active})^[12]。采用 Tissue Tracking 模块分析左心房心肌应变, 选择四腔心及两腔心长轴电影的左心室

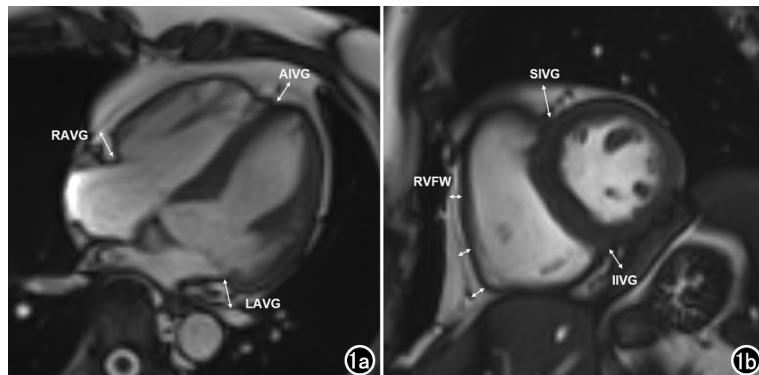


图 1 CMR 测量 EAT 厚度的示意图。a) 四腔心长轴电影图像的舒张末期, 测量右房室间沟(RAVG)、左房室间沟(LAVG)及前室间沟(AIVG)的 EAT 厚度;b) 偏基底段短轴电影图像的舒张末期, 测量下室间沟(IIVG)、上室间沟(SIVG)及右室游离壁(RVFW)的 EAT 厚度, RVFW 取三个测量点的平均值。

舒张末期勾画左心房心内膜及心外膜轮廓, 软件自动追踪像素点生成左心房应变曲线并得到心肌应变参数, 包括总应变(reservoir strain, ϵ_s), 被动应变(conduit strain, ϵ_e)和主动应变(boost pump strain, ϵ_a)。

EAT 厚度测量方法如图 1 所示^[13]。选择水平长轴四腔心电影图像, 于舒张末期测量右房室间沟(right atrioventricular groove, RAVG)、左房室间沟(left atrioventricular groove, LAVG)及前室间沟(anterior interventricular groove, AIVG)的 EAT 厚度。选择基底段短轴电影, 于舒张末期测量下室间沟(inferior interventricular groove, IIVG)、上室间沟(superior interventricular groove, SIVG)及右心室游离壁(right ventricular free wall, RVFW)的 EAT 厚度。

随机选取 20 例受试对象(HTN-NA 组、HTN-AA 组、HTN-VA 组及对照组各 5 例), 两名分别具有 6 年与 4 年经验的心血管影像诊断医师采用盲法测量 EAT 厚度, 其中一名观察者 1 个月后再进行一次测量, 分别用于观察者间和观察者内的可重复性评价。

4. 统计学分析

连续性变量表示为平均值±标准差或中位数(四分位间距), 正态性分布采用 Shapiro-Wilks 检验。根据正态分布及方差齐性检验结果选择单因素方差分析或非参数 Kruskal-Wallis 检验比较多组间基线资料的连续性变量的差异, 组间两两比较时采用 Bonferroni 校正; 校正身体质量指数(body mass index, BMI)之后, 采用协方差分析比较多组间 CMR 参数的差异。分类变量以例数(百分比)表示, 并使用卡方检验或 Fisher 确切检验进行组间比较。采用受试者操作特征(receiver operator characteristics, ROC)曲线下面积(area under curve, AUC)分析 EAT 厚度鉴别 HTN-AA 与 HTN-NA、HTN-VA 与 HTN-NA 的诊断效能, 根据最大约登指数得出最佳诊断截断值、敏感度及特异度。通过组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)分析两名观察者间及观察者内 EAT 厚度测量结果的一致性: ICC≥0.9 可重复性非常高, 0.75~<0.9 可重复性较高, 0.5~<0.75 可重复性一般, <0.5 可重复性较差^[14]。所有数据分析采用 SPSS 25.0 及 MedCalc 软件进行统计学分析, 以双侧 P<0.05 为差异具有统计学意义。

结 果

1. 临床基线特征

HTN-AA 组、HTN-VA 组、HTN-NA 组与对照组的临床特征比较见表 1。四组间年龄、性别、心率、吸烟史、饮酒史及 BSA 的差异

表 1 研究对象的临床基线资料

组别	对照组	HTN-NA 组	HTN-AA 组	HTN-VA 组	统计值	P 值
年龄/岁	54±5	52±4	57±11	53±10	1.841	0.145
男性/例(%)	12(50)	12(50)	12(50)	12(50)	—	—
心率/次/分	64(60,80)	67(63,76)	71(64,80)	65(60,79)	1.309	0.727
吸烟史/例(%)	3(12.5)	5(20.5)	7(29.1)	4(16.6)	2.218	0.586
饮酒史/例(%)	3(12.5)	6(25.0)	3(12.5)	3(12.5)	1.945	0.635
收缩压/mmHg	120(113,129)	146±20 ^a	138±17 ^a	139±13 ^a	27.321	<0.001
舒张压/mmHg	79(76,82)	93±15 ^a	82(71,93)	85±9	13.109	0.004
BMI/kg/m ²	22.4±2.5	24.8±3.6 ^a	25.4±2.7 ^a	25.6±3.1 ^a	5.727	0.001
BSA/m ²	1.68±0.14	1.73±0.17	1.77±0.17	1.73±0.20	0.980	0.406

注: HTN-AA 为高血压性伴房性心律失常, HTN-VA 为高血压伴室性心律失常, HTN-NA 为高血压不伴心律失常;^a与对照组比较 $P<0.05$, ^b与 HTN-NA 组比较 $P<0.05$ 。

无统计学意义($P>0.05$)。无论是否存在心律失常, 高血压患者的收缩压及 BMI 均显著高于对照组, 差异均有统计学意义($P<0.001$, $P=0.001$)。HTN-NA 患者的舒张压显著高于对照组, 差异具有统计学意义($P<0.05$)。

2. 左心房及左心室的 CMR 参数比较

HTN-AA 组、HTN-VA 组、HTN-NA 组与对照组的左心房及左心室功能、心肌应变及 EAT 厚度的比较见表 2。CMR 常规参数结果显示, 与对照组相比, 高血压患者的左心室质量指数(left ventricular

mass index, LVMi)增高, 整体长轴应变(global longitudinal strain, GLS)减低, HTN-NA 组的 LVRI 增高, HTN-AA 组的 LAEF_{total}、LAEF_{active} 及 ϵ_e 减低, 差异具有统计学意义($P<0.05$)。与 HTN-NA 组相比, HTN-AA 组的 LAVi_{max}、LAVi_{bac}、LAVi_{min} 增高, ϵ_s 和 ϵ_a 减低, 差异具有统计学意义($P<0.05$)。与 HTN-VA 组相比, HTN-AA 组的 LAVi_{max} 和 LAVi_{min} 增高($P<0.05$)。四组间的左心室舒张末期容积指数(left ventricular end-diastolic volume index, LVEDVi)、左心室搏出量指数(left ventricular stroke volume

表 2 高血压组与对照组 CMR 参数的协方差分析

参数	对照组	HTN-NA 组	HTN-AA 组	HTN-VA 组	F 值	P 值
左心室参数						
LVEDVi/mL/m ²	67±8	68(60,77)	72±11	76(60,90)	1.881	0.138
LVESVi/mL/m ²	24±4	26±6	28±8	31(23,38) ^a	2.920	0.038
LVSVi/mL/m ²	43±6	44±9	43±7	45±10	0.318	0.812
CI/L/min/m ²	3.0±0.6	3.0±0.6	3.0±0.6	3.1±0.8	0.291	0.832
LVEF/%	63.9±4.6	62.9±4.5	60.8±7.7	59.4±8.6	1.897	0.136
LVMi/g/m ²	36.9±6.0	46.1±9.2 ^a	44.6±7.9 ^a	46.7±14.7 ^a	3.372	0.022
LVRI/g/mL	0.55±0.07	0.67±0.13 ^a	0.60(0.59,0.69)	0.57(0.53,0.64)	3.167	0.028
GRS/%	44.4±6.3	39.6±7.4	41.7±9.9	39.8±11.7	1.457	0.231
GCS/%	-22.8±1.6	-21.3±2.2	-21.7±2.8	-21.0±4.0	1.896	0.136
GLS/%	-19.2±1.2	-17.2±1.6 ^a	-17.5±1.9 ^a	-17.4±3.3 ^a	4.602	0.005
左心房参数						
LAVi _{max} /mL/m ²	33±10	33±6	47±14 ^{ab}	39±12 ^c	7.327	<0.001
LAVi _{min} /mL/m ²	12±5	13±4	23±12 ^{ab}	16±8 ^c	7.480	<0.001
LAVi _{bac} /mL/m ²	24±8	23±5	35±14 ^{ab}	29±10	6.048	0.001
LAEF _{total} /%	63.6±6.5	62.4±8.0	54.5±13.9 ^a	60.2±11.1	3.307	0.024
LAEF _{passive} /%	29.7±7.9	31.7±5.2	28.1±7.9	28.0±13.0	0.824	0.484
LAEF _{active} /%	48.1±8.3	45.0±10.0	37.1±16.9 ^a	44.9±12.7	3.164	0.028
ϵ_s /%	50.3±12.2	45.7±8.8	36.1±14.1 ^{ab}	42.5±11.2	6.399	0.001
ϵ_e /%	28.0±7.0	25.4±6.4	21.3±8.0 ^a	23.0±8.0	3.912	0.011
ϵ_a /%	22.3±6.3	20.3±4.8	14.9±7.5 ^{ab}	19.4±6.0	6.176	0.001
EAT 厚度						
RAVG/mm	8.2±2.2	11.7±2.1 ^a	15.1±3.0 ^{ab}	14.3±3.7 ^{ab}	23.982	<0.001
LAVG/mm	7.5±1.7	9.7±2.2 ^a	12.3±2.3 ^{ab}	11.4±2.5 ^a	16.071	<0.001
AIVG/mm	5.3±1.2	6.0±1.1	8.1±1.7 ^{ab}	7.7±2.1 ^{ab}	12.554	<0.001
IIVG/mm	5.1±1.4	5.4±1.0	7.8±1.7 ^{ab}	8.2±2.7 ^{ab}	15.028	<0.001
SIVG/mm	7.5±2.4	9.6±1.8	12.1±3.1 ^{ab}	12.4±3.6 ^{ab}	10.639	<0.001
RVFW/mm	3.4±0.8	4.0±0.5	5.7±1.4 ^{ab}	5.2±1.7 ^{ab}	14.157	<0.001

注:^a与对照组比较 $P<0.05$, ^b与 HTN-NA 组比较 $P<0.05$, ^c与 HTN-AA 组比较 $P<0.05$; LVEDVi 为左心室舒张末期容积指数, LVESVi 为左心室收缩末期容积指数, LSVVi 为左心室搏出量指数, CI 为心脏指数, LVEF 为左心室射血分数, LVMi 为左心室质量指数, LVRI 为左心室重塑指数, GRS 为整体径向应变, GCS 为整体圆周应变, GLS 为整体纵向应变, LAVi_{max} 为左心房最大容积指数, LAVi_{min} 为左心房最小容积指数, LAVi_{bac} 为左心房收缩末容积指数, LAEF_{total} 为左心房总排空分数, LAEF_{passive} 为左心房被动排空分数, LAEF_{active} 为左心房主动排空分数, ϵ_s 为总应变, ϵ_e 为被动应变, ϵ_a 为主动应变, RAVG 为右房室间沟, LAVG 为左房室间沟, AIVG 为前室间沟, IIVG 为下室间沟, SIVG 为上室间沟, RVFW 为右心室游离壁。

index, LVSVi)、心脏指数(cardiac index, CI)、左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)、整体径向应变(global radial strain, GRS)、整体环向应变(global circumferential strain, GCS)及 LAEF_{passive} 的差异无统计学意义($P > 0.05$)。EAT 厚度分析结果显示, 高血压患者的 RAVG 和 LAVG 均高于对照组, 高血压合并心律失常患者的 AIVG、IIVG、SIVG 和 RVFW 高于对照组, HTN-AA 组的 EAT 厚度参数及 HTN-VA 组的 EAT 厚度参数(除了 LAVG)均高于 HTN-NA 组($P < 0.05$)。

3. EAT 厚度对高血压合并心律失常患者的诊断效能分析

ROC 曲线分析结果显示, IIVG 鉴别 HTN-VA 与 HTN-NA 的诊断效能最高, AUC 为 0.899, 截断值为 6.6 mm, 敏感度与特异度分别为 75.0% 和 91.3%; 同样 IIVG 鉴别 HTN-AA 与 HTN-NA 的诊断效能也是最高, AUC 为 0.860, 截断值为 6.0 mm, 敏感度与特异度分别为 78.3% 和 87.0%(表 3, 图 2)。

4. EAT 厚度的重复性分析

随机选取 20 例受试者独立测量 EAT 厚度的观察者间和观察者内的可重复性分析见表 4。结果显示 EAT 厚度的观察者间(ICC 0.920~0.964)、观察者内的一致性均较好(ICC 0.937~0.982)。

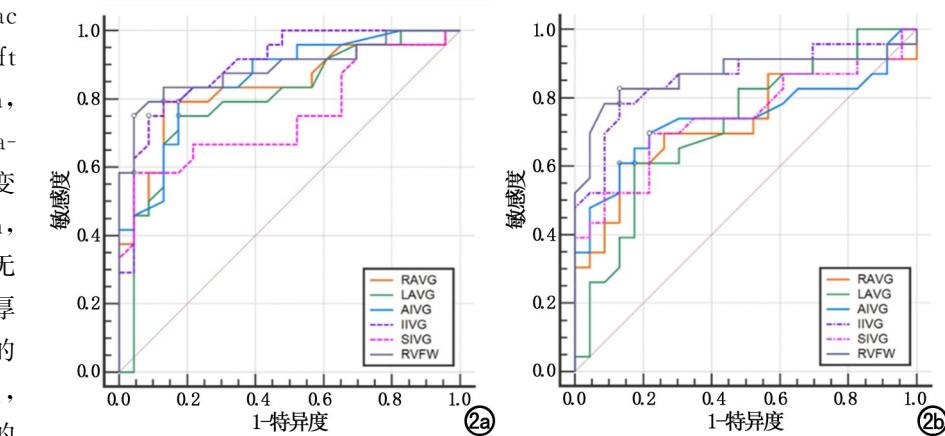


图 2 心外膜下脂肪组织(EAT)厚度诊断高血压合并心律失常患者的 ROC 曲线。a) 鉴别 HTN-AA 组与 HTN-NA 组的 ROC 曲线; b) 鉴别 HTN-VA 组与 HTN-NA 组的 ROC 曲线。

讨 论

本研究通过 CMR 成像技术定量检测左心房与左心室的心脏功能、心肌应变及 EAT 厚度,结果显示:①高血压患者 LVMi 高于对照组, GLS 低于对照组, HTN-AA 组的 LAVi 高于 HTN-NA 组及对照组, ϵ_s 和 ϵ_a 均低于 HTN-NA 组及对照组, 提示伴房性心律失常的高血压患者左心房容积及心肌应变变化出现较早;②HTN-AA 组及 HTN-VA 组的 RAVG、AIVG、IIVG、SIVG 和 RVFW 均高于 HTN-NA 组及对照组, 并且 ROC 曲线分析显示, IIVG 和 RVFW 鉴别高血压合并心律失常与不合并心律失常时诊断效能较高, 提示 EAT 参数在高血压伴心律失常的早期诊断

表 3 EAT 厚度测量的观察者间与观察者内的一致性分析

EAT 厚度	观察者间		观察者内	
	ICC	95% CI	ICC	95% CI
RAVG	0.964	0.914~0.986	0.982	0.950~0.993
LAVG	0.927	0.827~0.97	0.972	0.929~0.989
AIVG	0.934	0.842~0.973	0.937	0.850~0.975
IIVG	0.920	0.696~0.973	0.956	0.895~0.982
SIVG	0.938	0.564~0.982	0.974	0.846~0.992
RVFW	0.929	0.811~0.972	0.965	0.913~0.986

注:ICC 为组内相关系数, RAVG 为右房室间沟, LAVG 为左房室间沟, AIVG 为前室间沟, IIVG 为下室间沟, SIVG 为上室间沟, RVFW 为右心室游离壁。

表 4 EAT 厚度在高血压不合并心律失常与高血压合并心律失常的鉴别诊断效能

EAT 厚度	HTN-NA 组与 HTN-AA 组					HTN-NA 组与 HTN-VA 组				
	AUC	95% CI	截断值	敏感度/%	特异度/%	AUC	95% CI	截断值	敏感度/%	特异度/%
RAVG	0.832	0.695~0.925	13.6	79.17	86.96	0.733	0.582~0.852	13.6	60.87	86.96
LAVG	0.801	0.659~0.903	10.7	75.00	82.61	0.719	0.567~0.842	10.7	60.87	82.61
AIVG	0.859	0.726~0.943	7.0	79.17	82.61	0.742	0.592~0.860	6.4	69.57	78.26
IIVG	0.899	0.775~0.967	6.6	75.00	91.30	0.860	0.726~0.945	6.0	78.26	86.96
SIVG	0.751	0.603~0.865	11.8	58.33	95.65	0.744	0.594~0.861	10.8	69.57	78.26
RVFW	0.891	0.766~0.963	4.8	75.00	95.65	0.867	0.734~0.949	4.5	82.61	86.96

注: HTN-AA 为高血压性伴房性心律失常, HTN-VA 为高血压伴室性心律失常, HTN-NA 为高血压不伴心律失常, AUC 为曲线下面积, CI 为置信区间, RAVG 为右房室间沟, LAVG 为左房室间沟, AIVG 为前室间沟, IIVG 为下室间沟, SIVG 为上室间沟, RVFW 为右心室游离壁。

中具有一定价值。

本研究纳入的高血压患者 LVEF 均在正常范围内,无明显临幊上心功能损害并且无其他明显心血管危险因素,但 LVMi 较对照组增高,提示高血压患者早期心室重构表现为心肌质量的增加,与先前的研究结果基本一致^[15]。高血压患者的 GLS 较对照组减低,而 GRS 与 GCS 未发现明显差异,这可能是因为纵向心肌纤维主要存在于心内膜下,对血流动力学负荷增加十分敏感,并且高血压患者的心肌应变是从心内膜向心外膜逐渐发展的^[16,17],因此 GLS 损伤可能早于 GCS 和 GRS 的变化。左心房 CMR 结果显示,与对照组及 HTN-NA 患者比较,HTN-AA 患者的 LA-Vi 增加,LAEF 及心肌应变减低,而 HTN-VA 患者未发现类似的结果。先前的研究发现高血压早期可表现为舒张功能障碍,由于外周阻力增加,导致左心房压力增加,加速左心房重构与扩大,进一步导致房性心律失常的发生与持续^[18]。因此 HTN-AA 患者的心房功能及心肌应变均受到更严重的损害。

高血压通常伴随肥胖共同存在^[19],脂肪组织的分布及沉积对高血压进展具有不同的意义,本研究发现高血压患者的 BMI 均高于对照组。EAT 是一种具有内分泌及炎性作用的内脏脂肪组织,主要沿房室间沟、室间沟以及冠状动脉主要分支等分布^[20],与代谢综合征、冠状动脉疾病、高血压及心律失常相关^[21],在一定程度上能反映肥胖状态。既往研究^[22]发现高血压患者的 EAT 厚度高于非高血压患者,且 EAT 厚度增加与高血压患者血压升高相关。本研究发现高血压患者的 RAVG 与 LAVG 均高于对照组。高血压合并心律失常患者的 RAVG、AIVG、IIVG、SIVG 及 RVFW 均高于单纯高血压组及对照组,提示高血压合并心律失常患者心外膜下脂肪异常沉积更多。ROC 曲线分析显示在鉴别高血压合并心律失常患者与高血压不合并心律失常患者时,IIVG 和 RVFW 的诊断效能较高。高血压引起心律失常的机制十分复杂^[23],包括左心室肥厚、左心房增大、交感神经系统及肾素-血管紧张素-醛固酮系统激活、电异常及微血管缺血等。心律失常发生与持续能进一步加重高血压的进展。因此,高血压合并心律失常患者的心脏功能、心肌应变、心室及心房重构均较单纯高血压患者更严重。目前,EAT 与高血压的因果关系尚不清楚。一种解释是 EAT 能为心肌供能,高血压患者心肌质量增加,心肌耗氧量随之增加,会代偿性使 EAT 增厚^[24]。另一种解释是 EAT 旁分泌作用增加交感神经活性,加速高血压进展^[25]。本研究中 EAT 厚度的可重复测量均较好,ICC 均在 0.9 以上。CMR 能够快速并准确地测量 EAT 厚度,这在将来的临床研究中可能对高血压伴心律失常的早期诊

断提供影像学参考,并且可为高血压治疗提供新的研究思路。

本研究存在以下局限性:①样本数较小,高血压及心律失常病程或治疗干预对研究变量的影响未考虑在内;②本研究属于回顾性研究,未能提供对高血压患者的随访数据,无法提供预后评估,并且不能证实 EAT 与心律失常的因果关系。今后的研究需要扩大样本数量,并纳入更多相关的临床特征及危险因素,对患者进行随访,进一步验证本研究的结论。

高血压伴心律失常患者的 EAT 厚度增加,并且 EAT 厚度测量的一致性较好,在鉴别高血压合并心律失常与不合并心律失常时具有较高的诊断效能,这可能为临幊上进一步研究 EAT 厚度在高血压及心律失常的治疗干预方面提供了新的方向。

参考文献:

- Benjamin EJ, Muntner P, Alonso A, et al. Heart Disease and stroke statistics-2019 update: A report from the American Heart Association[J]. Circulation, 2019, 139(10): e56-e528.
- Tadic M, Cuspidi C, Plein S, et al. Comprehensive assessment of hypertensive heart disease: cardiac magnetic resonance in focus [J]. Heart Fail Rev, 2021, 26(6): 1383-1390.
- Soullier C, Niamkey JT, Ricci JE, et al. Hypertensive patients with left ventricular hypertrophy have global left atrial dysfunction and impaired atrio-ventricular coupling[J]. J Hypertens, 2016, 34(8): 1615-1620.
- Lip GHY, Coca A, Kahan T, et al. Hypertension and cardiac arrhythmias: executive summary of a consensus document from the European Heart Rhythm Association (EHRA) and ESC Council on Hypertension, endorsed by the Heart Rhythm Society (HRS), Asia-Pacific Heart Rhythm Society (APHRS), and Sociedad Latinoamericana de Estimulación Cardíaca y Electrofisiología (SOLEACE)[J]. Eur Heart J Cardiovasc Pharmacother, 2017, 3(4): 235-250.
- Varvarousis D, Kallistratos M, Poulimenos L, et al. Cardiac arrhythmias in arterial hypertension[J]. J Clin Hypertens (Greenwich), 2020, 22(8): 1371-1378.
- Wong CX, Ganesan AN, Selvanayagam JB. Epicardial fat and atrial fibrillation: current evidence, potential mechanisms, clinical implications, and future directions[J]. Eur Heart J, 2017, 38(17): 1294-1302.
- Wu CK, Tsai HY, Su MY, et al. Pericardial fat is associated with ventricular tachyarrhythmia and mortality in patients with systolic heart failure[J]. Atherosclerosis, 2015, 241(2): 607-614.
- Gaeta M, Bandera F, Tassinari F, et al. Is epicardial fat depot associated with atrial fibrillation? A systematic review and meta-analysis[J]. Europace, 2017, 19(5): 747-752.
- Sepehri Shamloo A, Schoene K, Stauber A, et al. Epicardial adipose tissue thickness as an independent predictor of ventricular tachycardia recurrence following ablation[J]. Heart Rhythm, 2019, 16(10): 1492-1498.

- [10] 张恒.高血压性心脏病的心脏磁共振评估研究进展[J].放射学实践,2022,37(9):1177-1181.
- [11] Ansaldi AM, Montecucco F, Sahebkar A, et al. Epicardial adipose tissue and cardiovascular diseases[J]. Int J Cardiol, 2019, 278: 254-260.
- [12] Wandelt LK, Kowallick JT, Schuster A, et al. Quantification of left atrial volume and phasic function using cardiovascular magnetic resonance imaging-comparison of biplane area-length method and Simpson's method[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2017, 33 (11):1761-1769.
- [13] Liang KW, Tsai IC, Lee WJ, et al. MRI measured epicardial adipose tissue thickness at the right AV groove differentiates inflammatory status in obese men with metabolic syndrome[J]. Obesity (Silver Spring), 2012, 20(3): 525-532.
- [14] Koo TK, Li MY. A Guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research[J]. J Chiropr Med, 2016, 15(2):155-163.
- [15] 杨朝霞,周宁,唐大中,等.心脏 MR 特征追踪技术早期评价高血压性心脏病左心室亚临床功能障碍的研究[J].中华放射学杂志,2021,55(3):257-263.
- [16] Ishizu T, Seo Y, Kameda Y, et al. Left ventricular strain and transmural distribution of structural remodeling in hypertensive heart disease[J]. Hypertension, 2014, 63(3):500-506.
- [17] 时园园,张勇,程敬亮,等.磁共振心肌组织追踪技术定量评估高血压性心脏病左心室心肌形变[J].放射学实践,2020,35(7): 873-877.
- [18] Przewłocka-Kosmala M, Jasic-Szpak E, Rojek A, et al. Association of central blood pressure with left atrial structural and functional abnormalities in hypertensive patients: Implications for atrial fibrillation prevention[J]. Eur J Prev Cardiol, 2019, 26(10): 1018-1027.
- [19] Hall JE, Do Carmo JM, Da Silva AA, et al. Obesity, kidney dysfunction and hypertension: mechanistic links[J]. Nat Rev Nephrol, 2019, 15(6):367-385.
- [20] Iacobellis G, Corradi D, Sharma AM. Epicardial adipose tissue: anatomic, biomolecular and clinical relationships with the heart [J]. Nat Clin Pract Cardiovasc Med, 2005, 2(10):536-543.
- [21] 李雁鸣,沈成兴,申锷.心外膜脂肪组织与心血管疾病的研究进展[J].中华心血管病杂志,2022,50(7):723-727.
- [22] Erdogan G, Belen E, Sungur MA, et al. Assessment of epicardial adipose tissue thickness in patients with resistant hypertension [J]. Blood Press Monit, 2016, 21(1):16-20.
- [23] 童瑶,李文韬,陈腾达,等.高血压与心律失常相关性研究的进展[J].心血管康复医学杂志,2022,31(4):485-489.
- [24] Eren H, Omar MB, Kaya Ü, et al. Increased epicardial adipose tissue thickness is associated with microalbuminuria in hypertensive patients with left ventricular hypertrophy[J]. Clin Exp Hypertens, 2021, 43(1):18-25.
- [25] Concistrè A, Petramala L, Scoccia G, et al. Epicardial fat thickness in patients with autosomal dominant polycystic kidney disease[J]. Cardiorenal Med, 2018, 8(3):199-207.

(收稿日期:2023-11-30 修回日期:2024-04-25)

下期要目

- 基于 CiteSpace 可视化分析 DTI 应用于 MCI 的研究现状
体内不相干运动扩散加权成像直方图参数鉴别甲状腺结节良恶性
经 mNGS 确诊的鹦鹉热衣原体肺炎临床特征及胸部 CT 表现
心脏磁共振 T₁-mapping 技术在特纳综合征中的应用价值
术前 MRI 对初诊乳腺癌患者对侧乳腺可疑病变的评估价值
上消化道肉瘤样癌的临床病理分析与 CT 特征

- 基于多参数 MRI 影像组学模型预测高级别胶质瘤 MGMT 甲基化阳性合并 1p/19q 缺失状态
基于深度学习影像组学的血肿周围组织模型预测自发性脑出血早期血肿扩大的价值
机器学习与扩散基谱成像的脑网络分析在自闭症谱系障碍早期诊断中的应用
基于胸部 CT 图像预测新型冠状病毒肺炎患者并发心肌损伤的深度学习模型的构建与对比
256 排宽体 CT 联合 CMC3.0 冠脉运动补偿技术对不同心率患者 CCTA 图像质量的价值研究
数字乳腺断层融合 X 线摄影、超声和磁共振对乳腺非肿块强化病变的诊断价值比较