

超声心肌做功技术评价不同病因致左室功能受损的应用进展

范靖东 李 敏 孙 阳

摘 要 超声心肌做功技术是在二维斑点追踪技术基础上,结合左室后负荷,利用构建的无创左室压力-应变环定量评估心肌功能的新方法。高血压、冠状动脉粥样硬化性心脏病、心肌病、糖尿病等通过不同的病因、机制和病理过程均可导致左室收缩功能障碍,甚至发展为慢性心力衰竭。尽早识别左室收缩功能障碍,能有效阻止心力衰竭的发生、发展和恶化,降低其病死率。本文就超声心肌做功技术评价不同病因致左室功能受损的应用进展进行综述。

关键词 超声心动描记术;心肌做功;心室功能,左

[中图分类号]R540.45;R541

[文献标识码]A

Application progress of ultrasonic myocardial work technology in the evaluation of left ventricular dysfunction caused by different etiology

FAN Jingdong, LI Min, SUN Yang

Department of Ultrasound, the Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400010, China

ABSTRACT Ultrasonic myocardial work is a new tool for quantitative evaluation of myocardial function by noninvasive left ventricular pressure-strain loop based on 2D speckle tracking echocardiography combined with left ventricular afterload. Hypertension, coronary atherosclerotic heart disease, myocardial disease, diabetes and other diseases can cause left ventricular contraction dysfunction through different etiologies and mechanisms, which can even develop into chronic heart failure. Early recognition of left ventricular systolic dysfunction can effectively prevent the occurrence, development and deterioration of heart failure, and reduce its mortality. This paper reviews the application progress of ultrasonic myocardial work in the evaluation of left ventricular dysfunction caused by different etiology.

KEY WORDS Echocardiography; Myocardial work; Ventricular function, left

超声心动图是心脏疾病首选及重要的筛查方法,其中左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)是评估左室收缩功能的常用参数,但当左室容量负荷或心肌形态结构发生改变时,其诊断灵敏度会下降。应用二维斑点追踪(two-dimensional speckle tracking imaging, 2D-STI)技术可获取左室整体纵向应变(global longitudinal strain, GLS)为主的一系列应变参数,较LVEF能更早发现左室心肌的细微变化。与二维应变参数相比,三维应变参数测量不受空间限制,能提供更准确、客观的参考。然而,这些常规应变参数的测量方法均具有负荷依赖性^[1],后负荷的增加会导致应变参数降低,可能无法真实反映心肌收缩功能。超声心肌做功技术是在二维斑点追踪技术基础上,结合左室后负荷,利用构建的无创左室压力-应变环

定量评估心肌功能的新方法,克服了负荷依赖性的限制,可更为准确地评估左室整体和局部心肌力学功能。高血压、冠状动脉粥样硬化性心脏病(以下简称冠心病)、心肌病、糖尿病等通过不同的病因、机制和病理过程均可导致左室收缩功能障碍,甚至发展为慢性心力衰竭。尽早识别左室收缩功能障碍,能有效阻止心力衰竭的发生、发展和恶化,降低其病死率。本文就超声心肌做功技术评价不同病因致左室功能受损的应用进展进行综述。

一、超声心肌做功技术原理及主要参数

1. 超声心肌做功技术原理:了解左室与体循环动脉之间的相互作用是评估左室功能的关键因素。生理条件下,心肌收缩提供了将血液从左室排出和在全身循环所消耗的机械能。在

基金项目:重庆市中青年医学高端人才项目(2020-219);重庆市科卫联合医学科研项目(2019ZDXM033)

作者单位:400010 重庆市,重庆医科大学附属第二医院超声科

通讯作者:孙阳, Email: sunyang@cqmu.edu.cn

此过程中,压力-容积环(pressure-volume loop, PVL)可作为心脏耗氧量指标,提供有关心肌能量学和功效的信息,并通过侵入性操作了解左室心肌做功情况,但因其有创临床应用受限。Russell 等^[2]将斑点追踪应变分析和无创左室压力曲线相结合形成左室压力-应变环(pressure-strain loop, PSL),以应变表示距离,室壁压力代表力,分析整个心动周期内心肌做功(力×距离)的连续性变化。其中心肌做功参数反映了心动周期内心肌应变和左室压力变化的所有改变,为评估左室功能提供更全面的信息。超声心肌做功技术获取的左室压曲线由无创的肱动脉袖带压推导而来,并根据等容期和射血期的持续时间调整参考左室压曲线的剖面而生成,与侵入式检查、MRI^[3]、PET 等均呈良好的一致性。

2. 主要参数:按照欧洲协会心血管影像协会(EACVI)及 ASE 指南采集标准图像,导入 EchoPAC 软件,输入血压,获得心肌做功相关参数,包括:①整体做功指数(global work index, GWI),指从二尖瓣关闭到二尖瓣开放心肌做功的总和,即 PSL 面积;②整体有效功(global constructive work, GCW),指有助左室射血的功,即收缩期心肌缩短和等容舒张期心肌延长所做正功;③整体无效功(global wasted work, GWW),指对抗左室射血的功,即收缩期心肌延长和等容舒张期心肌缩短所做负功;④整体做功效率(global work efficiency, GWE),反映机械能在整个心动周期中做功的效率,公式: $GWE = GCW / (GCW + GWW) \times 100\%$ 。

二、超声心肌做功技术评价不同病因致左室功能受损的应用进展

1. 高血压:是心血管事件的独立危险因素,持续进展会导致心脏后负荷增加,可引起左室重构甚至诱发心力衰竭。Chan 等^[4]研究发现,高血压患者(高血压组)GLS 和 LVEF 与无心血管疾病者(正常对照组)比较差异均无统计学意义;但与正常对照组 GWI $[(1900 \pm 165) \text{ mm Hg\%}]$ 及 GCW $[(2184 \pm 192) \text{ mm Hg\%}]$ 比较,2~3 级高血压组 GWI $[(2590 \pm 435) \text{ mm Hg\%}]$ 及 GCW $[(3057 \pm 403) \text{ mm Hg\%}]$ 均显著升高(均 $P < 0.05$);1 级高血压组 GWI $[(2052 \pm 374) \text{ mm Hg\%}]$ 及 GCW $[(2361 \pm 377) \text{ mm Hg\%}]$ 略升高,差异均无统计学意义;推测高血压患者 GWI 及 GCW 升高可能作为一种代偿机制来维持左室收缩功能以对抗后负荷的增加。Mansour 等^[5]研究发现,运动后诱发后负荷异常增高者(收缩压峰值 $> 180 \text{ mm Hg}$, $1 \text{ mm Hg} = 0.133 \text{ kPa}$) 在静息时 GLS 和心肌做功参数与运动后未诱发后负荷异常增高者(对照组,收缩压峰值 $\leq 180 \text{ mm Hg}$)相似,但其在峰值运动负荷下 GWI、GCW 和 GWW 均随着收缩压升高而增加,与对照组比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);当 $GWW > 96.5 \text{ mm Hg\%}$ 提示预后不佳,此时 GLS 仍无明显变化($P = 0.49$),说明在后负荷异常增高情况下心肌做功参数评价左室力学改变优于 GLS。此外,有研究^[6]发现,正常血压者(收缩压 $< 120 \text{ mm Hg}$ 及舒张压 $< 80 \text{ mm Hg}$)、高血压前期者(收缩压 $120 \sim 140 \text{ mm Hg}$ 和/或舒张压 $80 \sim 90 \text{ mm Hg}$)和高血压者(收缩压 $\geq 140 \text{ mm Hg}$ 和/或舒张压 $\geq 90 \text{ mm Hg}$)脉压与 GWI、GCW 及 GWW 均呈正相关(均 $P < 0.001$),与 GWW 均呈负相关(均 $P < 0.001$),表明脉压是 GWI、GWE、GCW 和 GWW 的独立预测因子。综上,心肌做功参数克服了负

荷依赖性,对预测高血压患者早期左室心肌功能异常较 GLS 更加敏感。

2. 冠心病:是由于冠状动脉不同程度的狭窄或闭塞,导致供血心肌缺血、缺氧甚至坏死,引起左室功能受损。既往研究^[7]认为,GLS 对心内膜下心肌灌注减少更加敏感;但在非 ST 段抬高型心肌梗死(non ST-segment elevation myocardial infarction, NSTEMI)中,局部心肌做功参数已被证实较 GLS 能更敏感地识别急性冠状动脉闭塞,有利于指导早期介入干预。Lustosa 等^[8]研究表明,ST 段抬高型心肌梗死(ST-segment elevation myocardial infarction, STEMI)左室重塑者 GWI、GCW、GWE 明显降低, GWW 明显升高,与未出现左室重塑者比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.001$)。另一项研究^[9]发现心肌做功参数在评估急性 STEMI 经皮冠状动脉介入术后左室功能恢复及急性并发症方面均优于 GLS;其中 GCW 与 LVEF、GLS 均呈显著相关($r = 0.58, -0.67$, 均 $P < 0.01$)。多因素 Logistic 回归分析显示,GCW 是 STEMI 患者左室节段性及整体心肌功能恢复的独立预测因子 [$OR = 1.17$ (95% 可信区间 1.13~1.20)、1.43 (95% 可信区间 1.18~1.68), 均 $P < 0.001$]。Borrie 等^[10]选取 20 例具有冠状动脉缺血临床指标的受试者(诱发性缺血组)和 40 例无该项指标者(正常对照组),应用超声心肌做功技术分析两组负荷前后心肌做功参数变化,研究发现负荷前诱发性缺血组 GWI 低于正常对照组 ($P = 0.02$),GLS 比较差异无统计学意义;负荷后,正常对照组 GWI 较负荷前升高了 54% ($2296 \text{ mm Hg\%}$ vs. $3523 \text{ mm Hg\%}$), GWE 保持 96% 不变;但诱发性缺血组由于局部 GWI 在缺血受累节段下降,负荷前后 GWI 变化不明显 ($2069 \text{ mm Hg\%}$ vs. $2070 \text{ mm Hg\%}$), GWE 下降 (93% vs. 87%, $P < 0.05$);受试者工作特征曲线分析显示, GWI 预测心肌缺血的曲线下面积为 0.94。初步证实心肌做功参数可应用于负荷超声心动图以识别心肌缺血,有助于临床早期发现疑似冠心病者。

3. 心脏病:是由不同病因引起心室不适当肥厚或扩张,伴有心功能障碍的一组异质性心肌疾病,通常指原发性心脏病,包括肥厚型心肌病、淀粉样变心肌病、扩张型心肌病等。Galli 等^[11]研究发现,肥厚型心肌病组 GCW 较正常对照组明显下降 [$(1599 \pm 423) \text{ mm Hg\%}$ vs. $(2248 \pm 249) \text{ mm Hg\%}$, $P < 0.001$];在多变量分析中,评估心肺运动试验的峰值摄氧量下降与 GCW 密切相关($\beta = 0.65$, $P = 0.007$)。心脏 MRI 证实,GCW 也是心肌纤维化唯一的预测因子,当 $GCW < 1623 \text{ mm Hg\%}$ 时提示预后不良。此后,Hiemstra 等^[12]研究进一步证实,肥厚型心肌病组 GCW、GWE、GWI 均降低, GWW 则升高,与正常对照组比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.001$)。Clemmensen 等^[13]研究发现,淀粉样变心肌病组 GWI、GWE 均较正常对照组明显下降(均 $P < 0.001$),且以基底段下降更明显;运动状态下,淀粉样变心肌病组 GWI 较正常对照组明显降低 ($P < 0.001$),表明淀粉样变心肌病患者心肌运动储备能力明显下降。此外, Clemmensen 等^[14]研究还发现, GWI 在预测淀粉样变心肌病患者主要心脏不良事件发生方面优于 GLS, GWI $< 1043 \text{ mm Hg\%}$ 者主要心脏不良事件发生风险高于 GWI $> 1043 \text{ mm Hg\%}$ 者 ($HR = 2.3$, 95% 可信区间 1.2~4.3, $P = 0.01$)。Schrub 等^[15]对扩张型心

肌病患者心肌做功参数与运动耐量之间的关系进行了研究,51 例扩张型心肌病患者行心肺运动试验后,16 例患者出现了左室不同步运动(室间隔或心尖摆动);在多变量分析中,室间隔 GWE 是运动能力的唯一预测因素($\beta=0.68, P=0.03$)。而扩张型心肌病经治疗后,其步行距离与 GWI 呈正相关^[16]。

4. 心脏瓣膜病:近年来,超声心肌做功技术在评价心脏瓣膜病致左室功能受损中也有新的进展。由于心肌做功参数是基于袖带压力计测量而来,在严重主动脉瓣狭窄患者中,收缩压并不能代表左室收缩压峰值。而 GLS 由于负荷依赖性,在该类患者左心功能评估方面应用也有限。Jain 等^[17]使用主动脉平均压差和收缩压之和计算严重主动脉瓣狭窄患者左室收缩压峰值,发现有创测量的左室收缩压与无创测量的左室收缩压呈高度正相关($r=0.92, P<0.01$);该研究还发现与术前比较,经导管主动脉瓣植入术后 GWI 及 GCW 均显著降低[(1815.8±441.6)mm Hg% vs. (2102.1±797.4)mm Hg%, $P=0.012$; (1534.8±385.0)mm Hg% vs. (1856.2±704.6)mm Hg%, $P<0.001$],这可能是由于主动脉瓣狭窄改善后,后负荷、左室做功均降低。近年经导管二尖瓣夹合术已成为新的治疗严重二尖瓣反流临床热点, Papadopoulos 等^[18]研究发现,基线 GCW 是经导管二尖瓣夹合术后反映左室逆重构者左室收缩末期容积减小的唯一预测因子,GCW>846 mm Hg% 与左室收缩末期容积减小>10% 密切相关,灵敏度和特异度分别为 79% 和 74%,这对于确定行经导管二尖瓣夹合术患者的临床疗效是非常重要的。然而该研究样本量较小,后续仍需大量临床研究的进一步证实。

5. 肿瘤心脏病:肿瘤心脏病学重点关注恶性肿瘤治疗期间由化学药物、靶向生物制剂及放射治疗引起的心脏毒性的预防、诊疗和监测。蒽环类药物作为临床常用的抗肿瘤药,在延长患者生存时间的同时,治疗相关毒性所致的心血管疾病患病率也随之升高,成为肿瘤患者治疗后死亡的重要原因之一。GLS 是公认的化疗致左室功能障碍的早期标志物,较 LVEF 能更早期预测后续心脏毒性。但 GLS 具有负荷依赖性,在评估肿瘤化疗后早期心肌功能受损方面可能不太准确。Zhan 等^[19]选取 598 例接受蒽环类化疗的儿童及青少年患者,均仅接受了包括蒽环类药物在内的典型化疗方案,所有患者分别在化疗前及第 1 次化疗后 1~6 个月、6 个月~1 年、1~2 年、2~5 年、5~10 年及 10 年以上接受了 2~5 次超声心动图检查,共计 2036 份检查结果;研究发现,化疗后各时间段 GWI、GCW 均下降,与化疗前比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),GWE 保留;且 GWI 和 GCW 的变化先于 GLS,这可能与化疗药物导致功能性心肌细胞的丧失有关。然而 Guan 等^[20]应用超声心肌做功技术检测 79 例接受不同肿瘤治疗方案的乳腺癌患者,研究发现与未接受蒽环类或靶向药治疗者比较,接受蒽环类或靶向药治疗者 GWI 和 GWE 在化疗 T6 周期后均发生显著变化,GLS 在 T4 周期后发生显著变化,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),推测 GLS 在预测血压变化较小的肿瘤患者心功能方面优于心肌做功参数。分析原因可能为该研究样本量较小,部分患者在接受化疗后出现高血压,而心肌做功参数是根据施加于应变的左室压力积分进行计算,应变的减少被平衡所致。

6. 糖尿病:微血管病变作为糖尿病最常见的并发症,当累及心脏时,会导致心肌微循环障碍,出现心肌细胞肥大及纤维化,甚至造成局部或者广泛性坏死,成为糖尿病患者死亡的主要原因。Liao 等^[21]研究发现,2 型糖尿病组 GWI 和 GWE 均降低,GCW 升高,与正常对照组比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);且 2 型糖尿病患者年龄、体质量指数、收缩压、吸烟史与 GWI、GCW 和 GWE 均呈良好的相关性(均 $P<0.05$)。Huang 等^[22]进一步研究发现,糖化血红蛋白 A1c 与 GWI、GCW 均独立相关($\beta=-0.452, -0.393$, 均 $P<0.05$),糖尿病病程与 GCW 独立相关($\beta=-0.298, P<0.05$)。此外, Ikonomidis 等^[23]将 160 例 2 型糖尿病患者按照用药方式分为胰岛素组、胰高血糖素样肽-1 受体激动剂(GLP-1RA)组、钠-葡萄糖共转运体-2 抑制剂(SGLT-2i)组及 GLP-1RA+SGLT-2i 联合组,每组各 40 例,研究发现与胰岛素组和 SGLT-2i 组比较,GLP-1RA 组和 GLP-1RA+SGLT-2i 联合组 GWI 升高更显著,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。由此可见,超声心肌做功技术可以更敏感地发现常规超声心动图未能检出的早期糖尿病心肌功能障碍,并对该类患者后期临床治疗用药等提供有价值的参考依据。

7. 其他:超声心肌做功技术在评价其他疾病致心肌功能受损方面也有较好的应用价值。一项纳入 1216 例新型冠状病毒肺炎(COVID-19)患者的前瞻性国际调查^[24]显示,超声心肌做功技术在检测 COVID-19 患者心脏并发症方面灵敏度较高。此外有报道^[25]显示,部分 COVID-19 患者初期 LVEF 和 GLS 均正常,室壁运动也无异常,但 GWI 显著降低;在后续随访中又出现 GWI 明显上升至接近正常水平,表明 GWI 可能是 COVID-19 诱导的急性心肌功能障碍更敏感的指标。Sabatino 等^[26]研究发现,川崎病患儿 GWI 降低,当川崎病合并冠状动脉扩张时, GWI 降低更显著,与健康儿比较差异均有统计学意义(均 $P<0.001$),说明 GWI 可能是评估川崎病心肌功能障碍更敏感的指标。Oberhoffer 等^[27]研究发现,特纳综合征患者 GWI 升高,且与心率升高呈良好的一致性。肖武平等^[28]研究发现,类风湿性关节炎中、高疾病活动度组 GWI、GCW 均较正常对照组显著降低(均 $P<0.05$),说明超声心肌做功技术能早期反映类风湿性关节炎心功能受损情况。陈慧赞等^[29]研究发现,与无严重妊娠期并发症孕妇分娩的早产儿比较,重度子痫前期孕妇分娩的早产儿在出生后 24 h 内 GWE 和 GCW 均降低,出生后 48~72 h GWE 降低,GCW 增加,在出生后 14~28 d GWE 仍降低,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),提示重度子痫前期孕妇分娩的新生儿存在持续的亚临床心肌损伤。

三、总结与展望

超声心肌做功技术作为一种将后负荷因素纳入评估左室整体和局部心肌力学功能的新方法,克服了既往应变参数不能准确反映心肌氧耗的局限,同时也具备操作简单、重复性强等常规超声心动图所具有的独特优势。随着近年对该技术的深入探索,超声心肌做功技术已被广泛应用于评价多种疾病,如高血压、冠心病、心肌病等对左室心肌力学的影响。但该技术目前在临床的应用也存在一定局限性,如对图像质量要求较高、存在左室流出道和主动脉瓣压差时估测左室收缩压无效、

未包括来自动脉硬化等因素所致的后负荷等。尽管如此,超声心肌做功技术为临床探究疾病所致心肌力学改变及疗效评估等提供了一种新思路,有望为评估心肌功能提供更全面有力的指标,具有广阔的应用前景。

参考文献

- [1] Li Q, Wang H, Feng H, et al. Afterload-related reference values for myocardial work indices[J]. *Cardiovasc Ultrasound*, 2021, 19(1):24.
- [2] Russell K, Eriksen M, Aaberge L, et al. A novel clinical method for quantification of regional left ventricular pressure-strain loop area: a non-invasive index of myocardial work[J]. *Eur Heart J*, 2012, 33(6):724-733.
- [3] Larsen CK, Aalen JM, Stokke C, et al. Regional myocardial work by cardiac magnetic resonance and non-invasive left ventricular pressure: a feasibility study in left bundle branch block[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2020, 21(2):143-153.
- [4] Chan J, Edwards NFA, Khandheria BK, et al. A new approach to assess myocardial work by non-invasive left ventricular pressure-strain relations in hypertension and dilated cardiomyopathy[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2019, 20(1):31-39.
- [5] Mansour MJ, Aljaroudi W, Mansour L, et al. Value of myocardial work for assessment of myocardial adaptation to increased afterload in patients with high blood pressure at peak exercise[J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2020, 36(9):1647-1656.
- [6] Qin Z, Liu D, You X, et al. Evaluating impact of pulse pressure on indexes of myocardial work by speckle-tracking echocardiography in normotensive, prehypertensive and newly diagnosed hypertensive patients[J]. *Int J Gen Med*, 2022, 15(1):1933-1943.
- [7] Boe E, Russell K, Eek C, et al. Non-invasive myocardial work index identifies acute coronary occlusion in patients with non-ST-segment elevation-acute coronary syndrome[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2015, 16(11):1247-1255.
- [8] Lustosa RP, van der Bijl P, El Mahdiui M, et al. Noninvasive myocardial work indices 3 months after ST-segment elevation myocardial infarction: prevalence and characteristics of patients with postinfarction cardiac remodeling[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2020, 33(10):1172-1179.
- [9] Meimoun P, Abdani S, Stracchi V, et al. Usefulness of noninvasive myocardial work to predict left ventricular recovery and acute complications after acute anterior myocardial infarction treated by percutaneous coronary intervention[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2020, 33(10):1180-1190.
- [10] Borrie A, Goggin C, Ershad S, et al. Noninvasive myocardial work index: characterizing the normal and ischemic response to exercise[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2020, 33(10):1191-1200.
- [11] Galli E, Vitel E, Schnell F, et al. Myocardial constructive work is impaired in hypertrophic cardiomyopathy and predicts left ventricular fibrosis[J]. *Echocardiography*, 2019, 36(1):74-82.
- [12] Hiemstra YL, van der Bijl P, El Mahdiui M, et al. Myocardial work in nonobstructive hypertrophic cardiomyopathy: implications for outcome[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2020, 33(10):1201-1208.
- [13] Clemmensen TS, Eiskjaer H, Mikkelsen F, et al. Left ventricular pressure-strain-derived myocardial work at rest and during exercise in patients with cardiac amyloidosis[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2020, 33(5):573-582.
- [14] Clemmensen TS, Eiskjaer H, Ladefoged B, et al. Prognostic implications of left ventricular myocardial work indices in cardiac amyloidosis[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2021, 22(6):695-704.
- [15] Schrub F, Schnell F, Donal E, et al. Myocardial work is a predictor of exercise tolerance in patients with dilated cardiomyopathy and left ventricular dyssynchrony[J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2020, 36(1):45-53.
- [16] Cui C, Liu L, Li Y, et al. Left ventricular pressure-strain loop-based quantitative examination of the global and regional myocardial work of patients with dilated cardiomyopathy[J]. *Ultrasound Med Biol*, 2020, 46(10):2834-2845.
- [17] Jain R, Bajwa T, Roemer S, et al. Myocardial work assessment in severe aortic stenosis undergoing transcatheter aortic valve replacement[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2021, 22(6):715-721.
- [18] Papadopoulos K, Ikonidis I, Chrissoheris M, et al. MitraClip and left ventricular reverse remodelling: a strain imaging study[J]. *ESC Heart Fail*, 2020, 7(4):1409-1418.
- [19] Zhan J, Van den Eynde J, Cordrey K, et al. Deterioration in myocardial work indices precedes changes in global longitudinal strain following anthracycline chemotherapy[J]. *Int J Cardiol*, 2022, 363(1):171-178.
- [20] Guan J, Bao W, Xu Y, et al. Assessment of myocardial work in cancer therapy-related cardiac dysfunction and analysis of CTRCD prediction by echocardiography[J]. *Front Pharmacol*, 2021, 12(1):770580.
- [21] Liao L, Shi B, Ding Z, et al. Echocardiographic study of myocardial work in patients with type 2 diabetes mellitus[J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2022, 22(1):59.
- [22] Huang D, Cui C, Zheng Q, et al. Quantitative analysis of myocardial work by non-invasive left ventricular pressure-strain loop in patients with type 2 diabetes mellitus[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2021, 8(1):733339.
- [23] Ikonidis I, Pavlidis G, Thymis J, et al. Effects of glucagon-like peptide-1 receptor agonists, sodium-glucose cotransporter-2 inhibitors, and their combination on endothelial glycocalyx, arterial function, and myocardial work index in patients with type 2 diabetes mellitus after 12-month treatment[J]. *J Am Heart Assoc*, 2020, 9(9):e015716.
- [24] Dweck MR, Bularga A, Hahn RT, et al. Global evaluation of echocardiography in patients with COVID-19[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2020, 21(9):949-958.
- [25] Jaglan A, Roemer S, Jan MF, et al. Myocardial work index: a glimmer of hope in COVID-19[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2021, 22(2):228.
- [26] Sabatino J, Borrelli N, Fraisse A, et al. Abnormal myocardial work in children with Kawasaki disease[J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1):7974.
- [27] Oberhoffer FS, Abdul-Khaliq H, Jung AM, et al. Assessment of left ventricular myocardial work in Turner syndrome patients: insights from the novel non-invasive pressure-strain loop analysis method[J].

Quant Imaging Med Surg, 2020, 10(1): 15-25.

[28] 肖武平, 张小杉, 王雅哲, 等. 左心室压力-应变环评价类风湿性关节炎患者左心室功能[J]. 中华超声影像学杂志, 2022, 31(2): 108-114.

[29] 陈慧赞, 潘涛, 李洪, 等. 心肌做功参数评估重度子痫前期孕妇产代新生儿期心肌损伤的前瞻性研究[J]. 中国当代儿科杂志, 2022, 24(2): 155-161.

(收稿日期: 2023-01-04)

• 病例报道 •

Echocardiographic manifestations of right coronary artery-superior vena cava fistula complicated with giant superior vena cava tumor: a case report

右冠状动脉-上腔静脉瘘并巨大上腔静脉瘤 超声心动图表现 1 例

贾思宇 王高杰 刘梅 唐红 梁玉佳

[中图法分类号]R540.45;R825.4

[文献标识码]B

患者女, 34 岁, 2 个月前因胸痛于外院行超声心动图提示右冠状动脉起始部呈瘤样扩张, 沿右室前壁表面迂曲走行, 近后房间沟处破入左房, 瘘口处探及双期分流, 考虑右冠状动脉-左房瘘。现于我院行进一步诊治。专科检查: 胸骨左缘第二三肋间闻及连续性杂音。胸部 X 线提示: 纵隔明显增宽, 心影增大。超声心动图检查: 于右心两腔心切面见迂曲、扩张的右冠状动脉与上腔静脉间探及五色镶嵌血流信号(图 1)。超声心动图提示: 右冠状动脉-上腔静脉瘘。胸部血管三维 CT 成像检查: 右冠状动脉瘘入上腔静脉, 呈梭形瘤样扩张, 大小为 68 mm×75 mm×95 mm(图 2)。后经冠状动脉造影证实(图 3)。行瘘口封堵术, 术

后 1 个月复查超声心动图示封堵器周围未见明显分流(图 4)。

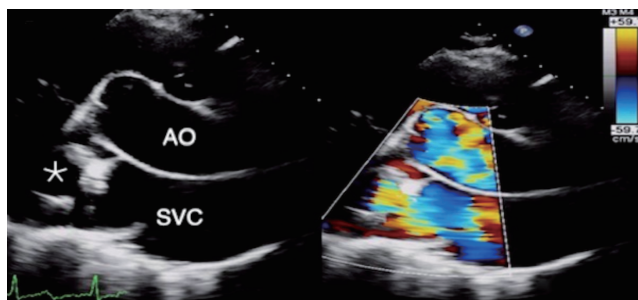


图 1 超声心动图示右心两腔心切面可见迂曲、扩张的右冠状动脉与上腔静脉间探入五色镶嵌血流信号。*示右冠状动脉; AO: 主动脉; SVC: 上腔静脉

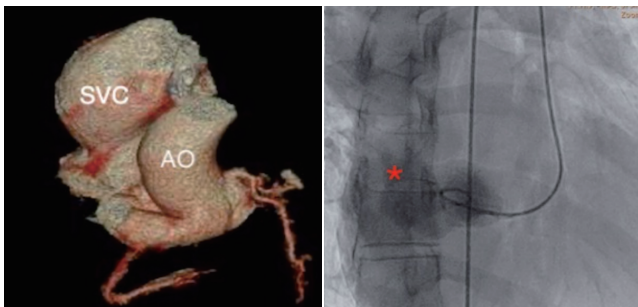


图 2 胸部血管三维 CT 成像示上腔静脉呈梭形瘤样膨大。AO: 主动脉; SVC: 上腔静脉

图 3 冠状动脉造影示右冠状动脉瘘入上腔静脉。*示右冠状动脉-上腔静脉瘘口左向右分流

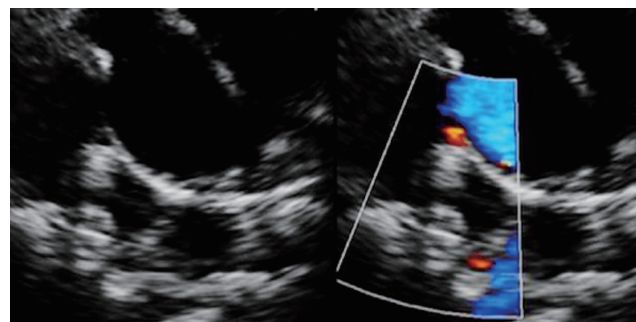


图 4 术后 1 个月复查超声心动图示封堵器周围未见明显分流

讨论: 冠状动脉瘘是冠状动脉与心腔或其他血管之间存在异常交通, 占先天性心脏病的 0.2%~0.4%^[1], 其中右冠状动脉瘘占 50%~60%, 左冠状动脉瘘占 30%~40%。冠状动脉瘘入右室最为常见, 其次为右房, 瘘入上腔静脉极为罕见, 约占 1%^[2]。本例患者右冠状动脉瘘入上腔静脉, 引起右冠状动脉窃血、右心容量增加, 可导致心肌缺血、右心前负荷增加, 进而导致心力衰竭, 通过早期手术阻断病情进展, 患者生活质量明显改善。本例患者外院超声心动图误诊为右冠状动脉-左房瘘, 可能与检查者误将上腔静脉瘤视作左房, 未扫查到上腔静脉瘤样扩张有关。对于冠状动脉瘘, 临床医师检查时需耐心追踪异常血流路径如胸骨上窝上腔静脉长轴切面有无异常血流汇入, 仔细辨认典型解剖结构如房间隔、左心耳等左房解剖结构的标志, 多切面扫查, 减少漏诊。

参考文献

- [1] Mangukia CV. Coronary artery fistula[J]. Ann Thorac Surg, 2012, 93(6): 2084-2092.
- [2] Gowda RM, Vasavada BC, Khan IA. Coronary artery fistulas: clinical and therapeutic considerations[J]. Int J Cardiol, 2006, 107(1): 7-10.

(收稿日期: 2022-08-30)