

无创心肌做功在心脏再同步化治疗中的应用进展

鲁元 李依晓 张衍涛 李艳玲 桑毅 邢长洋

摘 要 近年来,无创心肌做功逐渐发展为评价心肌收缩功能的新技术,其是通过二维斑点追踪超声心动图与无创拟合的左室压力变化构建左室压力-应变环,计算心肌做功参数,以此评估左室心肌做功。该技术克服了斑点追踪超声心动图的负荷依赖性,将血压进行量化整合,能够更好地客观评价心肌功能,在心脏再同步化治疗的术前选择、疗效评估和术后随访方面均有潜在的应用前景。本文就无创心肌做功在心脏再同步化治疗中的应用进展进行综述。

关键词 超声心动描记术;无创心肌做功;心室功能,收缩,左;心脏再同步化治疗

[中图分类号]R540.45

[文献标识码]A

Application progress of noninvasive myocardial work in cardiac resynchronization therapy

LU Yuan, LI Yiyao, ZHANG Yantao, LI Yanling, SANG Yi, XING Changyang
Team 6, Cadet Regiment 2, Air Force Medical University, Xi'an 710038, China

ABSTRACT In recent years, noninvasive myocardial work has gradually developed into a new technology to evaluate myocardial systolic function, it mainly relies on two-dimensional speckle tracking echocardiography and noninvasive simulated left ventricular pressure changes to construct left ventricular pressure-strain loop. The technique overcomes the load dependence of speckle tracking echocardiography by integrating the blood pressure quantitatively, thus could better objectively evaluate the myocardial function. It shows widely application and development prospect for the pre-operation selection, therapy effect evaluation and post-operation follow-up for cardiac resynchronization therapy. This article reviews the application progress of noninvasive myocardial work in cardiac resynchronization therapy.

KEY WORDS Echocardiography; Noninvasive myocardial work; Ventricular function, systolic, left; Cardiac resynchronization therapy

近年来,斑点追踪超声心动图(speckle tracking echocardiography, STE)技术不断发展,其通过对回声斑点的追踪计算心肌实时运动和应变,从而评估心肌收缩和舒张功能,尤其是整体纵向应变(global longitudinal strain, GLS)已被大量研究^[1-3]证实是评价亚临床左室收缩功能损伤最敏感、可靠的指标。然而,STE技术仍存在一定局限性,后负荷的增加会使整体心肌应变降低,导致评估心肌功能的准确性、有效性下降^[4]。基于此,临床将STE与无创拟合的心内压力曲线相结合,提出无创心肌做功,克服了单纯心肌应变指标的负荷依赖性,能够对心肌做功参数进行定量分析,在心脏再同步化治疗(cardiac resynchronization therapy, CRT)中有重要的作用^[5]。本

文就无创心肌做功在CRT中的应用进展进行综述。

一、无创心肌做功介绍

1. 无创心肌做功的概念:心室压力-容积环可反映心肌氧耗量,但其存在有创、操作复杂、对环境和操作者要求高等不足^[6-8]。近年来,有学者^[9-10]在左室功能测量过程中考虑到后负荷的影响,将STE技术与左室压力变化情况相结合,提出无创心室应变-容积环,根据心脏运动过程中心内压力与心肌应变的变化曲线,即压力-应变环(pressure-strain loop, PSL),计算心肌做功参数,并通过动物实验证实其与有创心室压力-容积环测得的心肌做功参数相关性很好($r=0.99$),可准确地反映心肌功能。另有研究^[11]发现PSL评估局部心肌做功与MRI检测结

基金项目:陕西省创新人才推进计划-科技创新团队项目资助(2020TD-038);陕西省创新人才推进计划-青年科技新星项目(2022KJXX-106)

作者单位:710038 西安市,空军军医大学学员二大队六队(鲁元、李依晓);解放军联勤保障部队第九四四医院超声诊断科(张衍涛、李艳玲);

通用电气医疗集团超声临床应用部(桑毅);空军军医大学唐都医院超声诊断科(邢长洋)

通讯作者:邢长洋, Email: xingey@fmmu.edu.cn

果相关性较好($r=0.71, P<0.05$)。因此,与传统的有创心室压力-容积环比较,PSL 不仅能够评估整体心肌做功,其在评估局部心肌做功和无创性方面也更具优势。

2. 无创心肌做功相关参数:目前无创心肌做功可以获得以下参数,具体包括:①整体心肌做功指数(global myocardial work index, GWI),为从二尖瓣关闭到二尖瓣开放期间左室 PSL 的曲线面积,即心肌整体的收缩功;②整体有用功(global constructive myocardial work, GCW),为心脏收缩期对射血做出贡献的功,即射血期心肌细胞缩短和等容舒张期心肌细胞伸长的做功之和;③整体无用功(global wasted myocardial work, GWW),为心脏收缩期对左室射血无贡献的功,即射血期心肌细胞伸长和等容舒张期心肌细胞缩短的做功之和;④整体做功效率(global myocardial work efficiency, GWE),为 GCW 与 GCW 和 GWW 之和的比值。

3. 无创心肌做功参数的影响因素:无创心肌做功相关参数在正常人群中主要受性别、年龄和负荷状态的影响。Manganaro 等^[12]应用无创心肌做功对 226 例健康受试者[平均年龄(45 ± 13)岁,男 85 例,女 141 例]进行研究,结果显示静息状态下女性 GWI 和 GCW 均随着年龄的增长而增加,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。林静茹等^[13]研究结果显示,正常成人负荷状态 GWI、GCW、GWW 均大于静息状态,GWE 小于静息状态,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);且在负荷状态下,男性 GWW 低于女性($P<0.05$),但静息状态下无创心肌做功参数无性别差异。

二、无创心肌做功在 CRT 术前选择、疗效评估和术后随访中的作用

CRT 是在传统起搏方式的基础上增加了左室起搏,即通过双心室起搏的方式治疗心室收缩不同步患者。该方法可使左右心室恢复同步起搏,减少二尖瓣反流,增加心脏搏出量,改善心脏功能。其适应证包括:①缺血性或非缺血性心肌病;②充分抗心力衰竭药物治疗后,心力衰竭心功能分级为Ⅲ级或无需卧床的心功能分级Ⅳ级患者;③窦性心律;④左室射血分数 $\leq 35\%$;⑤QRS 波群时限 ≥ 120 ms。无创心肌做功凭借其在心肌运动和耗氧量评估上的优势,在 CRT 术前选择、疗效评估和术后随访中展现了良好的应用潜力,为 CRT 的精准治疗和预后判断提供了重要信息。

1. 术前选择:Zhu 等^[14]对 40 例拟行 CRT 的心力衰竭患者和 20 例健康志愿者进行研究,结果显示左室应变-容积环可为预测 CRT 应答提供有效信息,且基线检查时评估间隔心肌的 GWW 有助于 CRT 患者的选择。Riolet 等^[15]应用二维 STE 和 PSL 对 249 例接受 CRT 治疗的患者进行分析,发现术前 GWW < 200 mm Hg%与 CRT 无应答及全因死亡风险相对增加有关,提示对于射血分数改善的心力衰竭患者,检测 GWW 有助于 CRT 术前选择。另一项对 166 例拟行 CRT 患者的回顾性研究^[16]发现,GCW ≤ 888 mm Hg%的患者发生心源性死亡的风险较 GCW 不在此范围的患者大大增加,差异有统计学意义($P<0.05$)。

2. 疗效评估:一项关于 200 例接受 CRT 患者的前瞻性多中

心研究^[17]发现,应用心肌做功参数预测 CRT 患者的疗效优于 QRS 形态、QRS 持续时间、心尖摆动及收缩拉伸指数。这与曹司琪等^[5]研究结果一致,表明无创心肌做功相关参数可评估 CRT 患者的心肌做功情况,并可预测其疗效,具有重复性好、可行性高的优势。另一项关于充血性心力衰竭患者的研究^[18]显示,无创心肌做功参数可以评估 CRT 改善左室功能的情况,通过恢复心肌运动的同步性,可在不增加整体左室氧化代谢的前提下提高心肌效率。

3. 术后随访:Galli 等^[19]对 97 例心力衰竭患者进行 CRT,术后 6 个月随访发现 63 例患者对 CRT 有应答,其 GCW(>1057 mm Hg%)较无应答者显著增加,差异有统计学意义($P<0.05$);且 GWW > 384 mm Hg%是与 CRT 应答相关的唯一参数,GCW >1057 mm Hg%结合 GWW >384 mm Hg%对识别 CRT 有应答具有良好的特异性(100%)和阳性预测值(100%),但可能由于房室不同步、室间不同步导致其敏感性(22%)、阴性预测值(41%)和准确性(49%)均较低。文献^[20]报道,GCW <1057 mm Hg%可筛选 85%的 CRT 无应答者,其阳性预测值为 88%。另有研究^[21]对 CRT 患者随访过程中的 GWW 和 GWE 进行评估,证实左束支区起搏能有效改善心功能、机械同步性和机械效率,是一种极具前景的 CRT 方法。另一项关于 106 例接受 CRT 的心力衰竭患者的研究^[6]显示,CRT 前和治疗后 6 个月分别应用 PSL 分析整体和节段性(室间隔和侧壁)心肌做功指数,74%的患者(78 例)出现 CRT 应答,基线检查时 CRT 应答者的 GWI 和 GCW 均高于无应答者,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。表明无创心肌做功相关参数能较好地预测 CRT 疗效。有学者^[22]比较 CRT 前后患者的 GWE 发现,左室 GWE $<75\%$ 与全因死亡率降低独立相关(风险比 0.48, 95%可信区间 0.25~0.92, $P=0.027$)。此外,室间隔无用功和左室壁运动评分指数也被证明为 CRT 应答率降低的显著预测因子^[23]。

三、无创心肌做功的局限性

首先,其依据 STE 获得心肌应变,对图像质量要求较高,并非所有患者均能获得满意图像;其次,无创心内压力曲线是通过外周肱动脉血压拟合心内压获得的,当存在主动脉狭窄、左室流出道梗阻时,该方法不再适用;最后,理论上心肌做功应当使用室壁应力,心内压力是一种替代手段,由于无创心肌做功未考虑室壁厚度而无法获得室壁应力,因此与理论上的做功概念并不完全相同。现阶段国内外心肌做功的相关研究仍相对较少,临床广泛应用有一定困难。

四、总结和展望

总之,无创心肌做功克服了 STE 的负荷依赖性,能更好地评估左室功能,在 CRT 术前选择、疗效评估和术后随访等方面均展现出独特优势。未来需针对现阶段不足进行改进和更多的临床研究,有助于无创心肌做功的完善和推广应用。

参考文献

- [1] 王小林. 心肌做功评价不同构型原发性高血压患者左室功能的临床研究[D]. 南昌:南昌大学, 2020.

- [2] 陈银花,陈勇,马勇,等.二维纵向应变对室壁运动正常患者冠状动脉左主干和三支病变的预测价值[J].中国循环杂志,2019,34(1):55-60.
- [3] 马兰,顾淑莲,谢晓奕,等.二维纵向应变对冠心病患者经体外心脏震波治疗后左心室收缩功能变化的效果评价[J].中国临床医学,2021,28(1):65-69.
- [4] 何金梅,尹立雪.心肌做功技术评价心血管疾病左心室功能的研究进展[J].实用医院临床杂志,2021,18(3):188-191.
- [5] 曹司琪,陈勇,李红校,等.左心室心肌做功预测心脏再同步化治疗的效果[J].中华老年多器官疾病杂志,2021,20(3):191-196.
- [6] Zhu M, Wang Y, Cheng Y, et al. The value of non-invasive myocardial work indices derived from left ventricular pressure-strain loops in predicting the response to cardiac resynchronization therapy [J]. Quant Imaging Med Surg, 2021, 11(4): 1406-1420.
- [7] Tretter JT, Pradhan S, Truong VT, et al. Non-invasive left ventricular myocardial work indices in healthy adolescents at rest [J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2021, 37(8): 2429-2438.
- [8] Ilardi F, D' Andrea A, D' Ascenzi F, et al. Myocardial work by echocardiography: principles and applications in clinical practice [J]. J Clin Med, 2021, 10(19): 4521.
- [9] Palmiero G, Rubino M, Monda E, et al. Global left ventricular myocardial work efficiency in heart failure patients with cardiac amyloidosis: pathophysiological implications and role in differential diagnosis [J]. J Cardiovasc Echogr, 2021, 31(3): 157-164.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] Manganaro R, Marchetta S, Dulgheru R, et al. Echocardiographic reference ranges for normal non-invasive myocardial work indices: results from the EACVI NORRE study [J]. Eur Heart J Cardiovasc Imaging, 2019, 20(5): 582-590.
- [13] 林静茹,刘梦怡,李晓宁,等.正常成年人静息及负荷状态下采用超声心动图无创评估心肌做功参数初步探究[J].中国循环杂志,2020,35(12):1216-1222.
- [14] Zhu M, Chen H, Fulati Z, et al. The value of left ventricular strain-volume loops in predicting response to cardiac resynchronization therapy [J]. Cardiovasc Ultrasound, 2019, 17(1): 3.
- [15] Riolet C, Menet A, Mailliet A, et al. Clinical significance of global wasted work in patients with heart failure receiving cardiac resynchronization therapy [J]. J Am Soc Echocardiogr, 2021, 34(9): 976-986.
- [16] Galli E, Hubert A, Le Rolle V, et al. Myocardial constructive work and cardiac mortality in resynchronization therapy candidates [J]. Am Heart J, 2019, 212(6): 53-63.
- [17] Aalen JM, Donal E, Larsen CK, et al. Imaging predictors of response to cardiac resynchronization therapy: left ventricular work asymmetry by echocardiography and septal viability by cardiac magnetic resonance [J]. Eur Heart J, 2020, 41(39): 3813-3823.
- [18] Gullberg GT, Shrestha UM, Veress AI, et al. Novel methodology for measuring regional myocardial efficiency [J]. IEEE Trans Med Imaging, 2021, 40(6): 1711-1725.
- [19] Galli E, Leclercq C, Fournet M, et al. Value of myocardial work estimation in the prediction of response to cardiac resynchronization therapy [J]. J Am Soc Echocardiogr, 2018, 31(2): 220-230.
- [20] Galli E, Leclercq C, Hubert A, et al. Role of myocardial constructive work in the identification of responders to CRT [J]. Eur Heart J Cardiovasc Imaging, 2018, 19(9): 1010-1018.
- [21] Liu W, Hu C, Wang Y, et al. Mechanical synchrony and myocardial work in heart failure patients with left bundle branch area pacing and comparison with biventricular pacing [J]. Front Cardiovasc Med, 2021, 8(20): 727611.
- [22] van der Bijl P, Vo NM, Kostyukevich MV, et al. Prognostic implications of global, left ventricular myocardial work efficiency before cardiac resynchronization therapy [J]. Eur Heart J Cardiovasc Imaging, 2019, 20(12): 1388-1394.
- [23] Li Q, Wang H, Feng H, et al. Afterload-related reference values for myocardial work indices [J]. Cardiovasc Ultrasound, 2021, 19(1): 24.

(收稿日期:2022-01-14)

欢迎基金资助课题的论文投稿

为了进一步提高本刊的学术水平,鼓励基金资助课题(国家自然科学基金,国家各部委及省、市、自治区各级基金)的论文投到本刊。本刊决定,将对上述基金课题论文以绿色通道快速发表。请作者投稿时,在文中注明基金名称及编号,并附上基金证明材料。

欢迎广大作者踊跃投稿!

本刊编辑部