

115

9 费允云, 甘凤英, 侯勇, 等. 近 25 年系统性红斑狼疮的死因构成回顾性研究[J]. 中华风湿病学杂志, 2012, 16(9): 596-600

10 Teh CL, Wan SA, Ling GR. Severe infections in systemic lupus erythematosus: disease pattern and predictors of infection-related mortality[J]. Clin Rheumatol, 2018, 37(8): 2081-2086

11 周珈伟, 吕德, 王武军, 等. 中医论治体虚感冒研究进展[J]. 成都中医药大学学报, 2020, 43(3): 73-75, 80

12 吴昊, 王响, 倪磊, 等. 气虚体质与相关疾病研究[J]. 吉林中医药, 2020, 40(5): 625-627

13 代金刚, 田思玮, 张明亮, 等. 基于天人合一理论的二十四节气中医导引法研究[J]. 中医学报, 2019, 47(6): 1-4

14 Jin H, Wang L, Li B, et al. Astragaloside IV ameliorates airway inflammation in an established murine model of asthma by inhibiting the mTORC1 signaling pathway[J]. Evid Based Complement Alternat Med, 2017, 2017: 4037086

15 Hao S, Ni X, Dong Z, et al. Bidirectional immunomodulating activity of fermented polysaccharides from Yupingfeng[J]. Research in Veterinary Science, 2016, 110: 22-28

16 Wang Z, Cai X, Pang Z, et al. Yupingfeng pulvis regulates the balance of T cell subsets in asthma mice[J]. Evid Based Complement Alternat Med, 2016, 4(10): 1-7

17 Ma J, Zheng J, Zhong N, et al. Effects of YuPingFeng granules on acute exacerbations of COPD: a randomized, placebo-controlled study[J]. Int J Chron Obstruct Pulmol Dis, 2018, 13: 3107-3114

18 王琦, 张军. 玉屏风颗粒临床应用研究[M]. 北京: 中国中医药出版社, 2016: 17-18

19 戴瑜婷, 张海燕, 王艺璇, 等. 黄芪的现代研究进展及其质量标志物的预测分析[J]. 中国中药杂志, 2022, 47(7): 1754-1764

20 Kwak TK, Jang HS, Lee MG, et al. Effect of orally administered atractylodes macrocephala koidz water extract on macrophage and T cell inflammatory response in mice[J]. Evid Based Complement Alternat Med, 2018, 2018: 4041873

21 辛国, 李鑫, 黄晓巍. 防风化学成分及药理作用[J]. 吉林中医药, 2018, 38(11): 1323-1325

22 林华, 曹亚丽, 丁景弦. 硫酸酯化防风多糖通过 CCL3 影响乳腺癌细胞 MCF-7 对巨噬细胞的募集和驯化作用[J]. 中国药理学杂志, 2018, 53(20): 1755-1761

23 张利丹, 吕健, 谢雁鸣, 等. 玉屏风颗粒治疗反复呼吸道感染的有效性和安全性系统评价与 Meta 分析[J]. 中国中药杂志, 2019, 44(20): 4379-4386

(收稿日期: 2022-04-09)

(修回日期: 2022-04-23)

左心室整体纵向应变评估脓毒症患者短期预后的 Meta 分析

曹克军 刘佩本 左祥荣

摘要 **目的** 系统评价二维斑点追踪超声心动图 (speckle tracking echocardiography, STE) 检查左心室整体纵向应变 (left ventricular global longitudinal strain, LVGLS) 对脓毒症及脓毒性休克患者预后的预测价值。**方法** 计算机检索 PubMed、EMbase、Web of Science、Cochrane Library、CNKI、万方数据库、维普数据库和中国生物医学文献数据库 (CBM), 时间从建库至 2021 年 11 月 5 日, 收集所有报告 LVGLS, 无论有无左心室射血分数 (left ventricular ejection fraction, LVEF) 的脓毒症及脓毒性休克患者短期病死率的研究。由 2 名研究员参照纳入与排除标准独立使用 NoteExpress 软件筛选文献, 提取文献信息及质量评价后, 使用 RevMan 5.4 及 Stata 16.0 软件进行统计分析。**结果** 最终纳入 11 项前瞻性观察性研究, 共 1075 例患者。Meta 分析结果显示, 生存组较死亡组在脓毒症及脓毒性休克患者中有更负的 LVGLS, 差异有统计学意义 (SMD = -0.43, 95% CI: -0.63 ~ -0.24, P < 0.001), 而 LVEF 在两组中比较, 差异无统计学意义 (SMD = 0.09, 95% CI: -0.04 ~ 0.23, P = 0.18)。**结论** STE 测量的 LVGLS 作为左心室收缩功能指标, 可以预测脓毒症及脓毒性休克患者的短期预后, 有助于临床早期识别高危患者。

关键词 脓毒症 脓毒性休克 斑点追踪 左心室整体纵向应变 Meta 分析

中图分类号 R631 **文献标识码** A **DOI** 10.11969/j.issn.1673-548X.2023.03.018

Meta-analysis of Left Ventricular Global Longitudinal Strain to Assess Short-term Prognosis in Patients with Sepsis. CAO Kejun, LIU Peiben, ZUO Xiangrong. Department of Critical Care Medicine, The First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Jiangsu

基金项目: 江苏省第五期“333 高层次人才培养工程”第三层次人才项目 { 苏人才办 [2018] 26 号 }; 江苏省高层次卫生人才“六个一工程”拔尖人才科研项目 (LG2019067)

作者单位: 210029 南京医科大学第一附属医院重症医学科

通信作者: 左祥荣, 电子信箱: 13913979197@139.com

210029, China

Abstract Objective To systematically evaluate the prognostic value of left ventricular global longitudinal strain (LVGLS) by two-dimensional speckle tracking echocardiography (STE) in patients with sepsis and septic shock. **Methods** PubMed, Embase, Web of Science, Cochrane Library, CNKI, WanFang Data, VIP and CBM databases were electronically searched to collect studies on LVGLS and short-term mortality in patients with sepsis and septic shock from inception to November 5th, 2021, with or excluding left ventricular ejection fraction (LVEF). Two reviewers independently used NoteExpress software to screen literature according to the inclusion criteria and exclusion criteria, extracting data and assessing the risk of bias of included studies. RevMan 5.4 and Stata 16.0 software then were used for Meta-analysis. **Results** A total of 11 prospective studies involving 1075 patients were analyzed. The results of Meta-analysis showed that the survival group had a more negative LVGLS in patients with sepsis and septic shock than the death group, and the difference was statistically significant ($SMD = -0.43$, 95% CI: $-0.63 - -0.24$, $P < 0.001$), whereas LVEF was no statistically significant difference between the two groups ($SMD = 0.09$, 95% CI: $-0.04 - 0.23$, $P = 0.18$). **Conclusion** The LVGLS measured by STE is correlated with short-term mortality in patients with sepsis and septic shock, as an indicator of left ventricular systolic function, which helps to identify high-risk patients early.

Key words Sepsis; Septic shock; Speckle tracking; Left ventricular global longitudinal strain; Meta-analysis

脓毒症是由感染引起的免疫异常综合征,可通过细胞炎性因子、线粒体功能障碍和组织缺氧导致多器官功能障碍^[1]。脓毒症诱发的心肌病常在重症监护病房发生,其在脓症患者中的患病率为10%~70%^[2]。脓毒症心肌病(septic cardiomyopathy, SCM)的特征是心肌收缩力受损、双心室扩张、左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)可逆下降和容量反应性降低。发生SCM的脓症患者病死率增加2~3倍,为70%~90%^[3]。超声心动图是诊断SCM的重要方法,它可以测量LVEF、左心室整体纵向应变(left ventricular global longitudinal strain, LVGLS)、心肌性能指数等参数来辅助诊断SCM,但目前尚无单一可靠的通用参数^[4]。

LVEF是识别左心室功能障碍最常用的参数,但它不能真实反映心肌收缩力的内在变化。斑点追踪超声心动图(speckle tracking echocardiography, STE)是一种基于追踪心肌中声学斑点位移而直接测量心肌节段长度变化,并与角度无关的非多普勒左心室功能测量方法^[5]。STE直接测量心肌变形,因此受心肌顺应性、心室负荷及后负荷的影响比较小。STE通常使用应变作为测量单位,其定义为心动周期中两个目标心肌区域的长度相对于原始长度的变化百分比。LVGLS是所有心肌节段的平均纵向应变,已被证实是可重复测量且一致性最好的参数^[6]。目前关于LVGLS与脓毒症、脓毒性休克患者预后关系的报道较多,但结论仍存在争议。因此,本研究主要评价STE测量的LVGLS,次要评价LVEF在脓毒症及脓毒性休克患者中与短期病死率之间的关联。

资料与方法

1. 文献检索:计算机检索PubMed、Embase、Web of Science、Cochrane Library、CBM、中国知网、万方、维普所有相关文献,时间从建库至2021年11月5日。搜索方法采用主题词和自由词搜索联合的方式,并从收录文献的引文中获取相关文献。中文检索词为斑点追踪、整体纵向应变、脓毒症、脓毒症心肌病、脓毒性休克,英文检索词为speckle tracking、strain echocardiography、global longitudinal strain、systemic inflammatory response syndrome、sepsis、septic shock。

2. 纳入与排除标准:(1)纳入标准:①研究对象为脓毒症和脓毒性休克诊断明确的成人患者;②分别报告生存组及死亡组LVGLS,无论有无LVEF的短期病死率研究;③研究类型为前瞻性观察性研究。(2)排除标准:①非中、英文文献;②单组样本量<5例的研究;③无法准确提取数据及主要指标数据不完整的研究;④重复发表的研究。

3. 文献筛选及数据提取:由2名研究员参照纳入与排除标准独立使用NoteExpress软件筛选文献,提取作者信息、研究地区、发表时间、研究对象、研究类型、男女比例、样本量、检查时间、生存及死亡组LVGLS及LVEF数据、偏倚风险评价内容并相互核对,如果存在无法通过协商解决的分歧,则要求第三方做出决定。

4. 文献质量评价:由2名研究员独自评估最终获取文献的偏倚风险并相互复核结果,评价工具使用纽卡斯尔-渥太华量表(Newcastle-Ottawa Scale, NOS),如评分 ≥ 7 分认定为低偏倚研究。

5. 统计学方法:采用RevMan 5.4及Stata 16.0

软件进行统计学分析。由于图像采集平台和供应商之间的差异,使用标准化均数差 (standardized mean difference, SMD) 作效应量并给出 95% 置信区间 (confidence interval, CI)。对纳入研究仅报告中位数和四分位数间距按公式进行转化分析^[7]。统计学异质性采用 Q 统计量定性联合 I^2 统计量定量分析,当符合 $P > 0.1$ 且 $I^2 < 50\%$ 条件时用固定效应模型。如果条件不满足且临床和方法学原因亦不能解释研究间变异,用随机效应模型。敏感度分析通过每次只排除一项研究,然后将合并结果与之前结果进行比较。发表偏倚用 *Egger* 回归分析定量结合漏斗图定性评价。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 文献筛选流程及结果:初步检索共获得相关文献 719 篇,最终获得文献 11 篇,其中英文 10 篇,中文 1 篇^[8~18]。文献筛选流程详见图 1。
2. 文献基本特征及质量评价:本研究共纳入 11 项前瞻性观察研究,共 1075 例患者,其中 1 项研究采

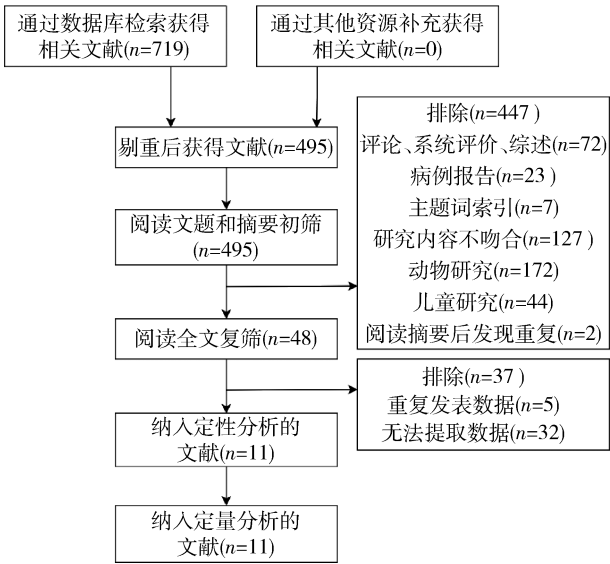


图 1 文献筛选流程图

用了脓毒症 -1 诊断标准,其余均符合脓毒症 -3 诊断标准^[1,12]。超声检查均在入院或诊断明确后 24h 内完成^[8~18]。文献基本特征及质量评价详见表 1。

表 1 纳入文献的基本特征 (n, $\bar{x} \pm s$)

第一作者	发表 年份 (年)	国家	研究对象	平均年龄 (岁)		男性人数		样本量 (n)		结局评 价指标	NOS 评分 (分)
				生存组	死亡组	生存组	死亡组	生存组	死亡组		
Landesberg ^[8]	2014	以色列	脓毒症/脓毒性休克	60.0 ± 20.3	71.3 ± 14.8	-	-	65	41	住院病死率	8
Orde ^[9]	2014	美国	脓毒症/脓毒性休克	62.0 ± 16.0	60.0 ± 13.0	28	16	40	20	30 天病死率	9
Chang ^[10]	2015	中国	脓毒性休克	71.8 ± 15.2	68.7 ± 18.2	42	27	72	39	住院病死率	9
De Geer ^[11]	2015	瑞典	脓毒性休克	62.0 ± 16.2	73.0 ± 11.5	24	7	35	15	30 天病死率	9
Palmieri ^[12]	2015	意大利	脓毒症/脓毒性休克	71.0 ± 13.0	78.0 ± 14.0	46	20	81	34	28 天病死率	8
杨菲 ^[13]	2017	中国	脓毒性休克	68.0 ± 9.4	68.5 ± 10.3	25	5	38	20	28 天病死率	9
de Braga Lima Carvalho Canesso ^[14]	2019	巴西	脓毒症	49.1 ± 17.7	57.6 ± 19.8	11	3	19	7	住院病死率	9
Santos ^[15]	2019	墨西哥	脓毒症	60.7 ± 16.6	75.0 ± 17.5	14	7	23	7	住院病死率	8
Hai ^[16]	2020	越南	脓毒性休克	69.1 ± 13.1	68.4 ± 17.4	67	33	51	39	住院病死率	9
Bazalgette ^[17]	2021	法国	脓毒性休克	-	-	-	-	28	8	30 天病死率	7
Lanspa ^[18]	2021	美国	脓毒症/脓毒性休克	62.0 ± 16.5	65.1 ± 15.4	-	-	300	93	28 天病死率	7

- . 未提及

3. LVGLS 与短期病死率关系:11 项研究分组报告了 LVGLS 及短期病死率,研究具有一定程度的异质性 ($P = 0.05, I^2 = 44\%$),采用随机效应模型,结果显示,生存组与死亡组比较有更负的 LVGLS,差异有统计学意义 (SMD = - 0.43, 95% CI: - 0.63 ~ - 0.24, $P < 0.001$, 图 2)^[8~18]。
4. LVEF 与短期病死率的关系:10 项研究分组报告了 LVEF 与短期病死率,研究无显著异质性 ($P = 0.26, I^2 = 20\%$),遂用固定效应模型,结果显示,生存组与死亡组比较,差异无统计学意义 (SMD = 0.09,

- 95% CI: - 0.04 ~ 0.23, $P = 0.18$, 图 3)^[8~16,18]。
5. 敏感度分析:一次仅移除一项研究后合并,结果显示,效应量与之前比较没有显著变化,表明该研究结果是稳定的。
6. 发表偏倚检测:LVGLS 及 LVEF 的漏斗图分布基本对称 (图 4、图 5),*Egger's* 检验结果分别为 $P = 0.551$ 及 $P = 0.172$,提示存在发表偏倚风险小。

讨 论

本研究结果显示, LVGLS 作为左心室收缩功能指标在脓毒症及脓毒性休克患者中与短期病死率相

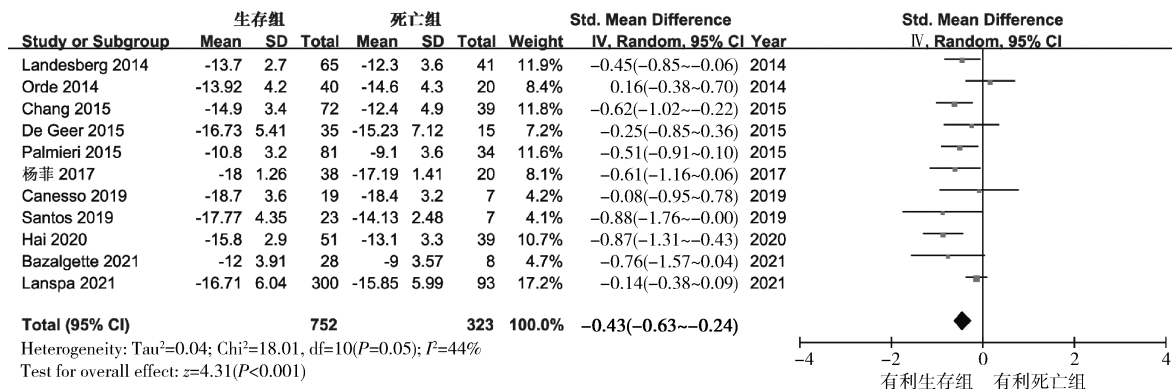


图2 脓毒症及脓毒性休克患者生存组和死亡组LVGLS的比较

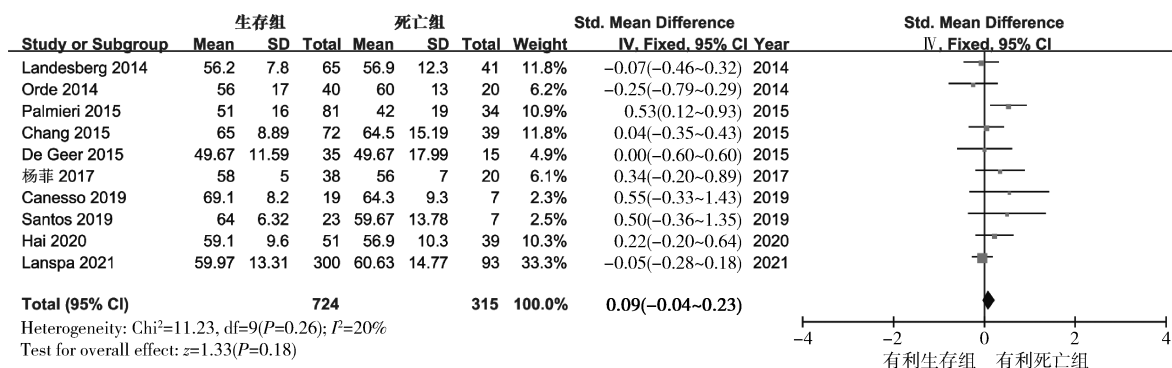


图3 脓毒症及脓毒性休克患者生存组和死亡组LVEF的比较

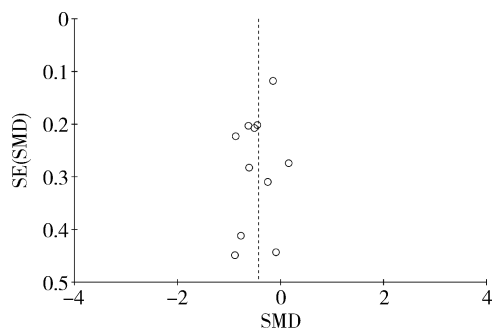


图4 LVGLS发表偏倚的漏斗图

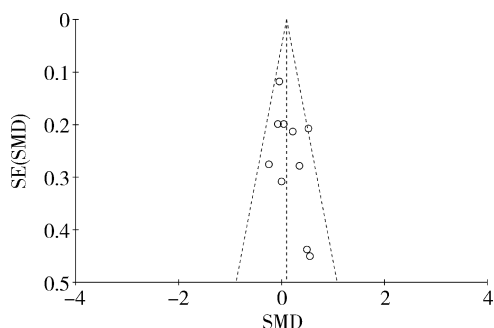


图5 LVEF发表偏倚的漏斗图

量, 心室动脉偶联源于心脏和动脉系统之间固有的逻辑关系, 它们在解剖学和功能上是相互关联的结构, 因此偶联是指心脏连接到动脉系统抵抗负荷时的泵送效应^[19]。将心室收缩功能表征为心室收缩末期压力与容积关系的斜率, 动脉系统特性表征为有效动脉弹性 (arterial elastance, E_a), 则心室收缩末期弹性 (end-systolic elastance, E_{es}) 表示心脏收缩力, E_a 表示与心室射血或与动脉负荷相反的所有心外力, 则心脏收缩力和动脉系统之间的相互作用可通过 E_a 与 E_{es} 的比值来分析, 而 LVEF 可等效描述为 E_{es} 与 $E_{es} + E_a$ 的比值^[20]。在脓毒性心肌病中, E_{es} 可能受到严重抑制, 但如果脓毒性血管舒张导致后负荷 E_a 成比例下降, 则观察到的 LVEF 将是正常的, 所以从心室动脉偶联的角度来看, LVEF 的主要决定因素是 E_{es} 和 E_a , 而不仅是心脏收缩功能的变化, 因此, LVEF 可视为心血管功能状态的指标, 而不仅是左心室收缩力的一个指标。

Chotalia 等^[21] 比较了不同 LVEF 脓毒症患者的预后情况, 在进行多因素 Logistic 回归分析后发现 LVEF $> 70\%$ 与 90 天病死率独立相关, 而 LVEF $< 55\%$ 与病死率无关。Berrios 等^[22] 则通过对 585 例脓

关, 而最常用的心脏测量指标 LVEF 与病死率间未发现相关性。LVEF 本质上可通过心室动脉偶联来衡

毒症患者的 Meta 分析,观察到新发左心室收缩功能障碍($LVEF < 50\%$)作为脓毒症患者 30 天病死率的预测指标既不敏感也不特异。而 Kim 等^[23]的研究表明,左心室收缩功能显著下降($LVEF < 30\%$)和左心室室壁弥漫运动障碍与脓毒性休克患者院内病死率存在相关性。这些研究提示高 LVEF 可能反映了脓毒症引起的未缓解的严重血管麻痹,而 LVEF 正常的脓毒性休克患者亦可能由于外周血管阻力降低而掩盖了左心室收缩功能的降低,如降低 LVEF 诊断阈值虽能增加病死率预测的特异性,但必然导致更低的敏感度。因此 LVEF 与脓毒症患者预后之间的关系可能存在阈值效应,本研究中的指标均为脓毒症患者确诊后入住重症监护病房 24h 内的指标,因而推测患者中 LVEF 正常、轻度下降发挥主效应,导致未能发现 LVEF 与短期病死率的相关性。

左心室收缩时,心肌纤维在不同方向的协同收缩导致 3 个不同的向量,即心肌缩短的纵向向量和周向向量以及心肌增厚的径向向量。此外一个重要的组成部分是扭转,这是由于心内膜下和心外膜之间的左心室长轴上斜向纤维沿相反方向收缩,引起心尖部及心底部分别逆时针及顺时针旋转^[24]。由于纵向心肌纤维大部分存在于距离外周冠状动脉最远、最容易发生缺血的心内膜下,早期内膜下纤维损伤时心外膜下纤维仍能相对正常,而保持周向应变和扭转正常或超常而代偿维持左心室收缩功能。因应变是组织水平上单一方向收缩功能的度量,而 LVEF 反映了由于心肌收缩引起的左心室体积的相对变化,因此纵向应变的降低可先于 LVEF 的降低。简而言之,LVGLS 反映了心肌纵向收缩力的定量测量,且可在 LVEF 正常的患者中受损。Bazalgette 等^[17]研究发现,LVGLS 在脓毒性休克的早期阶段有明显的降低,早期改变的 LVGLS 比 LVEF 更能反映 SCM,而且 LVGLS 和在心尖四腔图上测量的纵向应变单一值之间有很好的 consistency。由于脓毒症中的心肌抑制足够弥散,因此单个纵向应变测量即可间接反映整个心肌应变,这非常有助于在危重患者中开展检查。

本研究纳入了近期的文献及更大的样本量,但 LVGLS 与短期病死率关系的结果仍存在一定的异质性,由于缺少足够的信息进行分组及回归分析,本研究仅做了敏感度分析,发现 Orde 等^[9]及 Lanspa 等^[18] 2 项研究为异质性的来源,均移除后 I^2 降为 0,仅纳入 1 项则存在轻度异质性, I^2 分别为 23% 和 35%。Orde 等^[9]研究了 60 例严重脓毒症或脓毒性休克患

者,常规超声评估有 32% 的患者存在右心室功能障碍和 33% 的患者存在左心室功能障碍,而 STE 评估的结果分别为 72% 和 69%,研究揭示了 STE 在严重脓毒症或脓毒性休克患者中能发现常规超声心动图无法识别的收缩功能障碍,但 LVGLS 在生存组与死亡组间比较,差异无统计学意义。Lanspa 等^[18]研究则纳入了 393 例严重脓毒症或脓毒性休克患者,其中右心室和左心室功能障碍分别为 48% 和 63%,多变量回归中右心室功能障碍与 28 天病死率相关($OR = 3.4, 95\% CI: 1.7 \sim 6.8, P = 0.001$),而左心室收缩功能障碍与病死率无关($OR = 0.63, 95\% CI: 0.30 \sim 1.20, P = 0.32$)。本研究发现,这两项研究的右室功能障碍均较高,因此推测可能由于右心功能障碍的混杂而导致两组间 LVGLS 比较,差异无统计学意义甚至反向,而本研究仅研究了 LVGLS 对预后的影响。虽然本研究可能因为纳入研究间的修饰效应导致了一定的异质性,但本研究采用置信区间更宽的随机效应模型纳入两项研究后结果稳定,且更重要的是,本研究展示了重症监护病房真实环境中 LVGLS 与患者短期预后的关系。

随着超声心动图的广泛应用,发现左或右心功能障碍的发生率高于以往,左右心弥漫性抑制或许是 SCM 的典型临床表现^[25]。收缩功能受长轴和短轴变化甚至节段性心肌应力应变的影响,脓毒症患者心功能的改变亦往往受到多种因素的影响,常表现为混合性心功能改变。因此,未来研究可能需要更具体的血流动力学表型分析及借助人工智能、机器算法来挖掘背后的复杂关系指导临床诊疗。

本研究的局限性:①有可能因只检索中、英文文献导致研究误差;②分析未包括患者病情严重程度、液体平衡、血管活性药剂量和机械通气时间等因素可能引起混杂;③由于图像采集平台的专有差异和不同厂商的斑点追踪算法差异,LVGLS 测量值可能存在偏倚。

综上所述,脓毒症及脓毒性休克患者 STE 测量的 LVGLS 与短期病死率相关,LVGLS 作为左心室收缩功能指标在脓毒症及脓毒性休克患者中有助于早期识别高危患者。但鉴于现有文献的局限性,仍需要开展更大规模及多中心的研究来确认 LVGLS 与脓毒症及脓毒性休克患者预后的关系。

参考文献

- 1 Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, *et al.* The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (Sepsis-3) [J]. JAMA, 2016, 315(8): 801-810
- 2 Beesley SJ, Weber G, Sarge T, *et al.* Septic cardiomyopathy [J].

Crit Care Med, 2018, 46(4): 625 – 634

- 3 Wang R, Xu Y, Fang Y, *et al.* Pathogenetic mechanisms of septic cardiomyopathy[J]. J Cell Physiol, 2022, 237(1): 49 – 58
- 4 L'Heureux M, Sternberg M, Brath L, *et al.* Sepsis – induced cardiomyopathy: a comprehensive review[J]. Curr Cardiol Rep, 2020, 22(5): 35
- 5 Reckefuß N, Heuer JF, Butz T. Speckle tracking echocardiography – a new tool for the intensive care unit? [J]. Anasthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther, 2019, 54(5): 356 – 363
- 6 Alsharari R, Oxborough D, Lip GYH, *et al.* Myocardial strain imaging in resistant hypertension [J]. Curr Hypertens Rep, 2021, 23(5): 24
- 7 Wan X, Wang W, Liu J, *et al.* Estimating the sample mean and standard deviation from the sample size, median, range and/or inter-quartile range[J]. BMC Med Res Methodol, 2014, 14(1): 1 – 13
- 8 Landesberg G, Jaffe AS, Gilon D, *et al.* Troponin elevation in severe sepsis and septic shock; the role of left ventricular diastolic dysfunction and right ventricular dilatation[J]. Crit Care Med, 2014, 42(4): 790 – 800
- 9 Orde SR, Pulido JN, Masaki M, *et al.* Outcome prediction in sepsis: speckle tracking echocardiography based assessment of myocardial function[J]. Crit Care, 2014, 18(4): R149
- 10 Chang WT, Lee WH, Lee WT, *et al.* Left ventricular global longitudinal strain is independently associated with mortality in septic shock patients[J]. Intensive Care Med, 2015, 41(10): 1791 – 1799
- 11 De Geer L, Engvall J, Oscarsson A. Strain echocardiography in septic shock – a comparison with systolic and diastolic function parameters, cardiac biomarkers and outcome[J]. Crit Care, 2015, 19(1): 122
- 12 Palmieri V, Innocenti F, Guzzo A, *et al.* Left ventricular systolic longitudinal function as predictor of outcome in patients with sepsis[J]. Circ Cardiovasc Imaging, 2015, 8(11): e003865
- 13 杨菲, 陈勇, 郑瑞强, 等. 二维斑点追踪技术评价脓毒性休克患者早期左心室收缩功能及动态变化[J]. 中华危重病急救医学, 2017, 29(8): 721 – 725
- 14 de Braga Lima Carvalho Canesso M, Borges IN, de Deus Queiroz Santos TA, *et al.* Value of speckle – tracking echocardiography changes in monitoring myocardial dysfunction during treatment of sepsis: potential prognostic implications[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2019, 35(5): 855 – 859
- 15 Santos AYR, Cabrera AR, Sosa JS, *et al.* Association of mortality, global longitudinal deformation of the left ventricle and circumferential deformation of the left ventricle in patients with sepsis in the intensive care unit[J]. Medicina Crítica, 2019, 32(6): 330 – 343
- 16 Hai PD, Binh NT, Hien NVQ, *et al.* Prognostic role of left ventricular systolic function measured by speckle tracking echocardiography in septic shock[J]. Biomed Res Int, 2020, 2020: 7927353
- 17 Bazalgette F, Roger C, Louart B, *et al.* Prognostic value and time course evolution left ventricular global longitudinal strain in septic shock: an exploratory prospective study[J]. J Clin Monit Comput, 2021, 35(6): 1501 – 1510
- 18 Lanspa MJ, Cirulis MM, Wiley BM, *et al.* Right ventricular dysfunction in early sepsis and septic shock[J]. Chest, 2021, 159(3): 1055 – 1063
- 19 Monge García MI, Santos A. Understanding ventriculo – arterial coupling[J]. Ann Transl Med, 2020, 8(12): 795
- 20 Mihaileanu S, Antohi EL. Revisiting the relationship between left ventricular ejection fraction and ventricular – arterial coupling[J]. ESC Heart Failure, 2020, 7(5): 2214 – 2222
- 21 Chotalia M, Ali M, Hebballi R, *et al.* Hyperdynamic left ventricular ejection fraction in ICU patients with sepsis [J]. Crit Care Med, 2022, 50(5): 770 – 779
- 22 Sevilla Berrios RA, O'Horo JC, Velagapudi V, *et al.* Correlation of left ventricular systolic dysfunction determined by low ejection fraction and 30 – day mortality in patients with severe sepsis and septic shock: a systematic review and Meta – analysis[J]. J Crit Care, 2014, 29(4): 495 – 499
- 23 Kim S, Lee JD, Kim BK, *et al.* Association between left ventricular systolic dysfunction and Mortality in patients with septic shock[J]. J Korean Med Sci, 2020, 35(4): e24
- 24 Buckberg G, Hoffman JI, Mahajan A, *et al.* Cardiac mechanics revisited: the relationship of cardiac architecture to ventricular function [J]. Circulation, 2008, 118(24): 2571 – 2587
- 25 Wang J, Wang XT, Liu DW, *et al.* Induction and deduction in sepsis – induced cardiomyopathy: five typical categories [J]. Chin Med J: Engl, 2020, 133(18): 2205 – 2211

(收稿日期: 2022 – 03 – 03)

(修回日期: 2022 – 05 – 08)

(接第 173 页)

- 27 Khan MS, Memon MM, Amin E, *et al.* Use of balloon atrial septostomy in patients with advanced pulmonary arterial hypertension: a systematic review and Meta – analysis[J]. Chest, 2019, 156(1): 53 – 63
- 28 Rosenzweig EB, Abman SH, Adatia I, *et al.* Paediatric pulmonary arterial hypertension: updates on definition, classification, diagnostics and management[J]. Eur Respir J, 2019, 53(1): 1801916
- 29 Bobhate P, Mohanty SR, Tailor K, *et al.* Potts shunt as an effective palliation for patients with end stage pulmonary arterial hypertension [J]. Indian Heart J, 2021, 73(2): 196 – 204
- 30 王海波, 史赢, 周稚烨, 等. 2019 年中国器官捐献与移植等待现状分析[J]. 中华器官移植杂志, 2021, 42(6): 324 – 325
- 31 Hansmann G, Diekmann F, Chouvarine P, *et al.* Full recovery of right ventricular systolic function in children undergoing bilateral lung transplantation for severe PAH[J]. J Heart Lung Transplant, 2022, 41(2): 187 – 198
- 32 Zeng X, Chen H, Ruan H, *et al.* Effectiveness and safety of exercise training and rehabilitation in pulmonary hypertension: a systematic review and Meta – analysis[J]. J Thoracic Dis, 2020, 12(5): 2691 – 2705

(收稿日期: 2022 – 04 – 13)

(修回日期: 2022 – 05 – 17)