

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2024.17.010

二维斑点追踪超声显像联合右心声学造影对肺动脉压正常的慢性阻塞性肺疾病患者右心室功能的评估价值*

杨见青¹ 雷国龙¹ 王巧凤¹ 胡庆龄¹ 刘萍² 李莉英³ 唐奇^{1Δ}

(1 长沙市第一医院超声科 湖南长沙 410000;

2 长沙市第一医院呼吸与危重症科 湖南长沙 410000; 3 长沙市第一医院心内科 湖南长沙 410000)

摘要 目的:探讨二维斑点追踪超声显像(2D-STE)联合右心声学造影(C-TTE)对肺动脉压正常的慢性阻塞性肺疾病(COPD)患者右心室功能的评估价值。**方法:**选取2022年7月-2024年2月在长沙市第一医院就诊并诊断为肺动脉压正常的COPD患者50例作为研究组,另选取同期50例健康患者作为对照组。所有患者均完善常规超声、2D-STE及C-TTE检查。比较两组常规超声、2D-STE及C-TTE参数的差异。**结果:**研究组常规超声参数右心室厚度(RVWH)明显高于对照组,A峰明显低于对照组($P<0.05$)。研究组2D-STE参数右心室游离壁长轴应变功能(基底段、心尖段、中间段及整体)均明显低于对照组($P<0.05$)。研究组C-TTE参数右心室舒张末期面积(RVEDA)、收缩末期面积(RVESA)及面积变化分数(FAC)均明显高于对照组($P<0.05$)。**结论:**2D-STE联合C-TTE对肺动脉压正常的COPD患者右心室功能具有较高的评估价值,可为肺动脉压正常的COPD患者临床治疗提供指导。

关键词:二维斑点追踪超声显像;右心声学造影;肺动脉压;慢性阻塞性肺疾病;右心室功能

中图分类号:R563;R445 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-6273(2024)17-3251-05

Value of Two-Dimensional Speckle Tracking Echocardiography Combined with Contrast-Transthoracic Echocardiography in Evaluating Right Ventricular Function in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease with Normal Pulmonary Artery Pressure*

YANG Jian-qing¹, LEI Guo-long¹, WANG Qiao-feng¹, HU Qing-ling¹, LIU Ping², LI Li-ying³, TANG Qi^{1Δ}

(1 Department of Ultrasound, Changsha First Hospital, Changsha, Hunan, 410000, China;

2 Department of Respiratory and Critical Care, Changsha First Hospital, Changsha, Hunan, 410000, China;

3 Department of Cardiology, Changsha First Hospital, Changsha, Hunan, 410000, China)

ABSTRACT Objective: To investigate the value of two-dimensional speckle tracking echocardiography (2D-STE) combined with contrast-transthoracic echocardiography (C-TTE) in evaluating right ventricular function in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) with normal pulmonary artery pressure. **Methods:** From July 2022 to February 2024, 50 patients with COPD who were diagnosed with normal pulmonary artery pressure in Changsha First Hospital were selected as the research group, and another 50 healthy patients in the same period were selected as the control group. All patients underwent routine ultrasound, 2D-STE and C-TTE examinations. The differences of conventional ultrasound, 2D-STE and C-TTE parameters between the two groups were compared. **Results:** The right ventricular wall hypertrophy(RVWH) of the research group was significantly higher than that of the control group, and the A peak was significantly lower than that of the control group ($P<0.05$). The 2D-STE parameters of the right ventricular free wall long-axis strain function (basal segment, apical segment, middle segment and whole) in the research group were significantly lower than those in the control group($P<0.05$). The C-TTE parameters of right ventricular end-diastolic area(RVEDA), right ventricular end-systolic area (RVESA) and fractional area change (FAC) in the research group were significantly higher than those in the control group($P<0.05$). **Conclusion:** 2D-STE combined with C-TTE has a high evaluation value for right ventricular function in COPD patients with normal pulmonary artery pressure, which can provide guidance for clinical treatment of COPD patients with normal pulmonary artery pressure.

Key words: Two-dimensional speckle tracking echocardiography; Contrast-Transthoracic Echocardiography; Pulmonary artery pressure; Chronic obstructive pulmonary disease; Right ventricular function

Chinese Library Classification(CLC): R563; R445 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2024)17-3251-05

* 基金项目:湖南省卫生健康委科研计划项目(202109021008);长沙市卫生健康委科研计划项目(KJ-B2023060)

作者简介:杨见青(1980-),女,本科,副主任医师,研究方向:超声医学,E-mail: Jetsee@163.com

Δ 通讯作者:唐奇(1973-),男,本科,主任技师,研究方向:超声医学,E-mail: 27262019@qq.com

(收稿日期:2024-03-23 接受日期:2024-04-18)

前言

慢性阻塞性肺疾病(COPD)是慢性气道的炎症性疾病,以持续存在的气流受限为主要特征,且气流受限不完全可逆,呈进行性发展而累及肺部^[1]。尽管 COPD 主要影响的是肺组织,但右心室功能的损害也是其重要的并发症之一。因此,对 COPD 患者右心室功能的评估有助于指导临床治疗方案的决策、判断患者的预后情况^[2,3]。近年来,随着医学影像技术的不断进步,二维斑点追踪超声显像(2D-STE)和超声造影等无创性检查方法在右心室功能评估中得到了广泛应用。2D-STE 是一种基于超声心动图的新型成像技术,它通过追踪心肌组织中自然存在的声学斑点,从而精确地测量心肌的形变和运动^[4,5]。超声造影则是一种通过静脉注射微泡造影剂来增强超声图像对比度的技术^[6]。在右心室功能评估中,右心声学造影(C-TTE)可以帮助医生更加清晰地显示右心室壁和腔内的结构,进而评估右心室的大小、形态以及心肌灌注情况^[7]。2D-STE 提供的心肌形变和运动数据,结合超声造影显示的右心室结构和血流信息,能够全面、深入地反映右心室的功能状态。本研究探讨 2D-STE 联合 C-TTE 对肺动脉压正常的 COPD 患者右心室功能的评估价值,为肺动脉压正常的 COPD 患者个体化治疗和预后评估提供参考依据,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2022 年 7 月 -2024 年 2 月在长沙市第一医院就诊并诊断为肺动脉压正常的 COPD 患者 50 例作为研究组,纳入标准:① COPD 符合《慢性阻塞性肺疾病诊治指南(2021 年修订版)》^[8]的诊断标准;② 肺动脉压正常(<30 mmHg);③ 具有完整的临床资料及超声检查资料;④ 患者病情稳定。排除标准:① 伴有其他呼吸系统疾病;② 伴有冠心病、先天性心脏病、瓣膜病等影响右心功能的疾病;③ 肝肾等脏器功能不全或超声图像质量不佳者。其中男性 32 例,女性 18 例,年龄 53-82 岁,平均(65.1±5.7)岁,基础心率(76.34±8.42)次/min,体表面积(1.60±0.20)m²。另选取同期 50 例健康患者作为对照组,其中男性 35 例,女性 15 例,年龄 50-80 岁,平均(63.7±6.1)岁,基础心

率(73.19±9.10)次/min,体表面积(1.62±0.18)m²。两组基础资料无差异($P>0.05$),均衡可比。

1.2 方法

(1)常规超声:采用 GE Vivid E95 和 Philips EPIQ 7C 心脏彩色多普勒超声诊断仪进行检查。在胸骨旁长轴切面及心尖四腔心切面进行常规图像的采集和测量,超声参数主要包括右心室舒张期内径(RVDd)和收缩期内径(RVDs)、肺动脉收缩压(PASP)、E 峰减数时间(DT)、右心室厚度(RVWH)、右房室瓣环运动速度(e')、右房室瓣尖血流速度(E)/e'、A 峰、E 峰、E/A。同时,患者取左侧卧位,使用连续多普勒模式,在心尖四腔心流速最大切面测量三尖瓣反流束的最大流速 TRVmax。并测量右心房大小计算出右房压(RAP):右心房大小正常,三尖瓣轻度反流,RAP≈ 5 mmHg;右心房轻度增大,三尖瓣中度反流,RAP≈ 10 mmHg;右心房明显增大,三尖瓣重度反流,RAP≈ 15 mmHg。根据 PASP = 右心室收缩压 = 三尖瓣反流压力差 +RAP,最终计算出 PASP。(2)2D-STE:将采集的图像在 Qlab 10.0 软件进行分析,记录右心室游离壁长轴应变功能的变化(主要包括基底位置、心尖位置、中间位置及整体)。计算右心室面积变化分数(RVFAC)和射血分数(RVEF)。(3)C-TTE:在完成常规超声检查后行 C-TTE 检查,造影剂采用 5 mL 生理盐水和 1 mL 自制血液,超声采用低机械指数(<0.3)实时造影模式,测量右心室舒张末期面积(RVEDA)、收缩末期面积(RVESA)和面积变化分数(FAC),并计算平均值。C-TTE 结束后,患者需观察半小时后若无异常过敏反应方可离开。上述所有测量结果均是由一位具有 5 年以上工作经验的心脏超声医师进行。

1.3 统计学方法

采用 SPSS26.0 统计软件。呈正态性分布的计量数据以($\bar{x} \pm s$)表示,行 t 检验或校正 t 检验;计数资料以采用例和率表示,行 χ^2 检验或校正 χ^2 检验;检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 常规超声参数比较

研究组 RVWH 明显高于对照组,A 峰明显低于对照组($P<0.05$);其余参数比较均无差异($P>0.05$)。见表 1,图 1。

表 1 常规超声参数比较($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Comparison of conventional ultrasound parameters($\bar{x} \pm s$)

Parameters	Control group(n=50)	Research group(n=50)	t value	P value
RVDs(mm)	21.36±3.22	21.85±3.16	0.768	0.444
RVDd(mm)	34.26±4.41	35.02±4.20	0.882	0.380
PASP(mmHg)	24.83±4.09	25.13±4.35	0.355	0.723
RVWH(mm)	4.17±0.42	5.34±0.56	11.819	0.000
DT(ms)	189.34±32.05	188.06±33.76	0.194	0.846
A peak(cm/s)	47.52±10.26	39.20±8.57	4.401	0.000
E peak(cm/s)	53.06±7.19	53.42±6.08	0.270	0.787
E/A	1.09±0.36	1.09±0.35	0.000	1.000
e'(cm/s)	9.16±1.96	9.27±2.03	0.276	0.783
(E)/e'	4.71±1.22	4.63±1.30	0.317	0.752

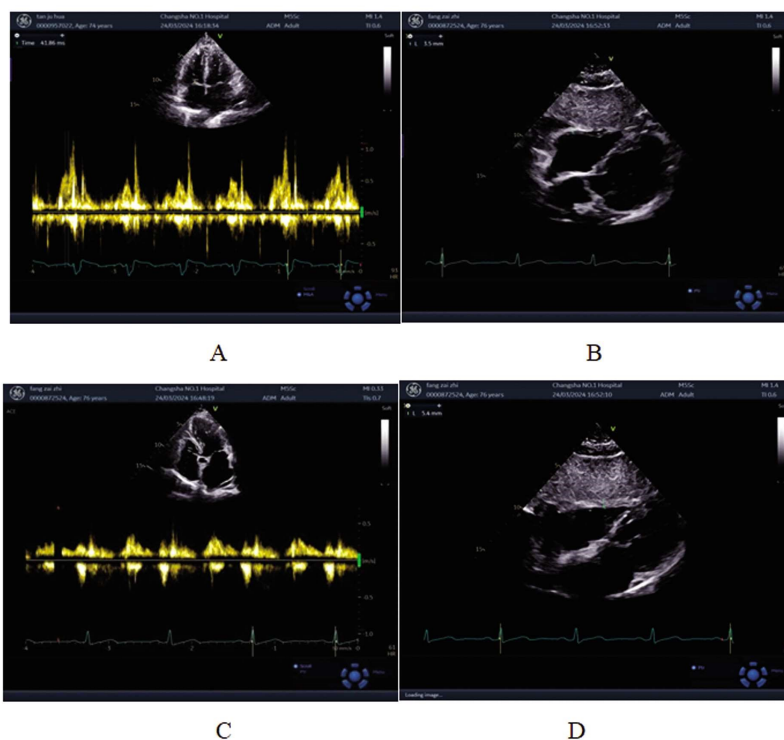


图 1 常规超声典型病例图

Fig.1 Typical case diagram of conventional ultrasound

Note: Healthy subjects, male, 56 years old, the A peak was 65 m/s (Fig.A), RVWH was 3.5 mm (Fig. B);

COPD patients with normal pulmonary artery pressure, male, 62 years old, the A peak was 32 cm/s (Fig. C), RVWH was 5.4 mm (Fig. D).

2.2 2D-STE 参数比较

研究组右心室游离壁长轴应变功能(基底段、心尖段、中间

段及整体)均明显低于对照组($P < 0.05$),其余参数比较均无差异($P > 0.05$)。见表 2, 图 2。

表 2 2D-STE 参数比较($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Comparison of 2D-STE parameters($\bar{x} \pm s$)

Groups	n	Basal segment (%)	Apical segment (%)	Middle segment (%)	Whole segment (%)	RVFAC(%)	RVEF(%)
Control group	50	-34.56±7.22	-23.14±6.01	-28.13±5.93	-29.57±4.12	42.59±4.82	55.31±4.16
Research group	50	-27.05±6.60	-17.20±4.20	-22.03±6.35	-21.04±4.56	43.08±5.11	55.08±4.02
<i>t</i> value		5.429	5.729	4.965	9.815	0.493	0.281
<i>P</i> value		0.000	0.000	0.000	0.000	0.623	0.779

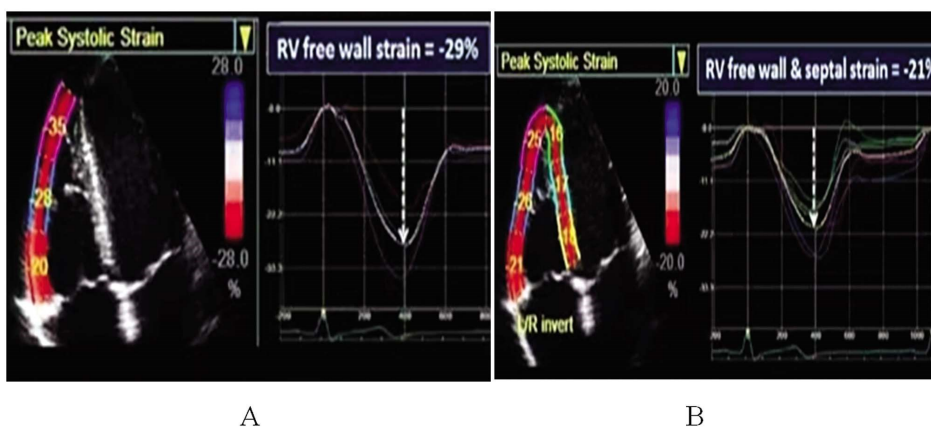


图 2 2D-STE 典型病例图

Fig.2 Typical case diagram of 2D-STE

Note: Healthy subjects, male, 53 years old, the overall strain of the long axis of the right ventricular free wall was -29% (Fig. A); COPD patients with normal pulmonary artery pressure, male, 57 years old, the overall strain of the long axis of the right ventricular free wall was -21% (Fig. B).

2.3 C-TTE 参数比较

对照组($P < 0.05$)。见表 3, 图 3。

研究组 C-TTE 参数 RVEDA、RVESA 及 FAC 均明显高于

表 3 C-TTE 参数比较($\bar{x} \pm s$)
Table 3 Comparison of C-TTE parameters($\bar{x} \pm s$)

Groups	n	RVEDA(cm ²)	RVESA(cm ²)	FAC(%)
Control group	50	14.58±3.20	7.38±1.19	46.82±4.31
Research group	50	18.21±3.07	9.05±1.20	53.39±4.50
<i>t</i> value		5.788	6.987	7.456
<i>P</i> value		0.000	0.000	0.000

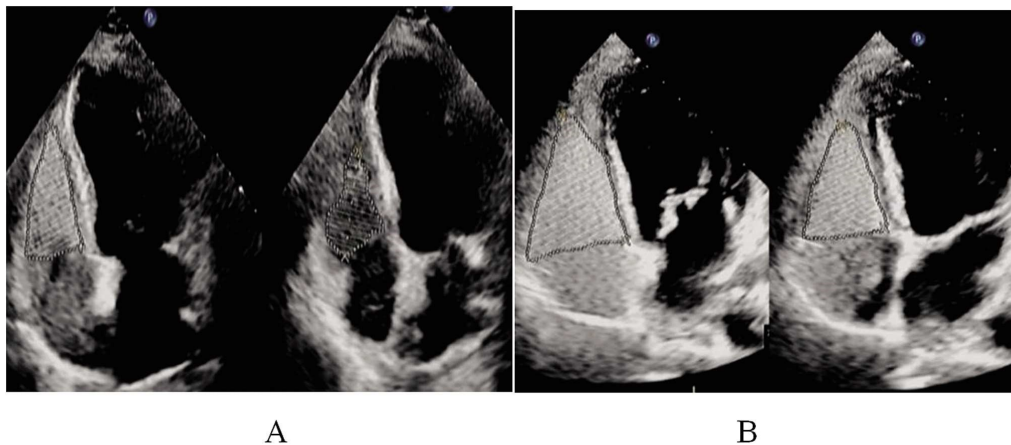


图 3 RHR 典型病例图

Fig. 3 Typical case diagram of RHR

Note: Healthy subjects, male, 51 years old, the RVEDA was 11.9 cm², RVESA was 7.1 cm², FAC was 40.3% (Fig.A); COPD patients with normal pulmonary artery pressure, male, 67 years old, RVEDA was 15.8 cm², RVESA was 8.6 cm², FAC was 45.5 % (Fig.B).

3 讨论

COPD 损害右心室功能也是其重要的并发症之一,对 COPD 患者右心室功能的准确评估有助于早期发现心脏受累的严重情况,从而指导临床治疗并判断患者的预后情况。右心室功能的评估在慢性肺动脉高压的患者中尤其重要,而且右心室功能损害在有心肺疾病体征和症状的患者的发病率和死亡率中起着重要作用,因为死亡的主要原因是右心室衰竭,这与右心室参数(如心脏指数和右心房压力)高度相关^[9,10]。常规超声虽然能提供右心室的解剖和功能信息,但右心室的几何形状较复杂且呈新月形结构使准确的评估变得较困难。而 2D-STE 能评估心肌的形变和运动,而不受多普勒波束角度的限制^[11],而 C-TTE 技术能诊断或排除心内外是否存在异常分流,评估右心室的心腔及心内膜面^[2]。

肺动脉压升高可使 COPD 患者右心室壁厚度增加,内径减小,导致右心室负荷并引发右心室肥厚,进而导致右心室功能受损^[13-15]。2D-STE 提供了快速、全面的心室心肌动力学定量评估,并应用于 COPD 等疾病引起的肺动脉压升高患者右心室功能的研究^[16,17]。本研究结果显示,研究组患者 RVWH 明显高于对照组、A 峰明显低于对照组;同时研究组患者的右心室游离壁长轴应变功能(基底段、心尖段、中间段及整体)均明显低于对照组。提示肺动脉压正常的 COPD 患者右心室功能处于正常状

态时,肺动脉压升高的 COPD 患者右心室长轴应变功能已经出现变化。因此 2D-STE 测量得出的右心室长轴应变功能对右心室功能受损状态能作出较为准确的诊断。分析可能与薄的右心室游离壁收缩对抗低肺阻力,从而通过预定程序降低肺阻力后导致显著高的应变改善^[18]。在早期右心室功能即已发生轻微改变,此时肺动脉压正常的 COPD 患者右心室长轴应变功能也已经开始缓慢减弱。此外,左右心室之间的隔膜由与形成左心室的纤维组织结构,在右心室负荷增加时,也会导致较高的左心室后负荷^[19,20]。此外,2D-STE 不仅可以得到参数评估心肌的功能和应变量,还能通过参数反应出心肌细胞的收缩功能、舒张功能及心肌细胞有无增厚肥大等改变^[21,22]。本研究结果显示,研究组患者的 C-TTE 参数 RVEDA、RVESA 及 FAC 均明显高于对照组。提示肺动脉压正常的 COPD 患者 C-TTE 参数处于正常状态时,肺动脉压升高的 COPD 患者 C-TTE 参数已经出现变化。分析认为,肺动脉压正常时右心室尚未发生重构,而在肺动脉压升高后,心肌的后负荷增加会导致心肌细胞增厚肥大,导致心肌收缩期和舒张期功能发生改变,从而引起造影参数的改变^[23]。此外,与常规超声对比,C-TTE 可以测量 RVEDA、RVESA 及 FAC,不需要考虑右心室的几何形状,能更可靠地反映右心室的形态学和功能重构^[24]。赵梦娇等^[16]研究结果显示,不管肺动脉压升高的程度如何,慢性肺源性心脏病患者的右心室游离壁各节段的纵向收缩期峰值都降低,与本研究结论基本一

致。随着 COPD 疾病的进展,肺动脉压及心脏后负荷变化更为显著,心肌细胞缺血、收缩及舒张功能的改变也会更加显著,从而导致心肌变形,最终引起心肌各节段功能受到影响^[25]。因此,将 2D-STE 与 C-TTE 联合应用,可以进一步提高 COPD 患者右心室功能评估的准确性。2D-STE 提供的心肌形变和运动数据,结合 C-TTE 显示的右心室结构和血流信息,能够全面、深入地反映右心室的功能状态。这种联合应用不仅有助于早期发现右心室功能的异常,还能为 COPD 患者的个体化治疗和预后评估提供参考依据。

综上所述,2D-STE 联合 C-TTE 在肺动脉压正常的 COPD 患者右心室功能评估中具有重要价值。这一组合技术的应用不仅提高了右心室功能评估的准确性,也为 COPD 患者的早期诊断和治疗提供了有力的技术支持。随着技术的不断发展和完善,相信这一评估方法将在未来的临床实践中发挥更加重要的作用。然而,超声检查结果可能会因检查医师的经验不同、测量数据的主观性及检查仪器不同而受到一定影响,从而产生偏倚,这是本研究的主要局限性。此外,本研究纳入人数相对较少,仍需纳入更多的样本量开展多中心研究进一步验证。

参考文献(References)

- [1] Forno E, Ortega VE, Celedón JC. Asthma and Chronic Obstructive Pulmonary Disease[J]. Clin Chest Med, 2023, 44(3): 519-530.
- [2] Rossi R, Coppi F, Sgura FA, et al. Effects of Ivabradine on Right Ventricular Systolic Function in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease and Cor Pulmonale [J]. Am J Cardiol, 2023, 207: 179-183.
- [3] 汤钰,郑慧,吴寒梅,等. 二维斑点追踪技术评价肺动脉压正常的慢性阻塞性肺疾病患者右心室功能研究 [J]. 临床和实验医学杂志, 2023, 22(15): 1674-1677.
- [4] Matos JI, García-Rodríguez SN, Costa-Rodríguez N, et al. Right Ventricle Strain Assessed by 2-Dimensional Speckle Tracking Echocardiography (2D-STE) to Evaluate Pulmonary Hypertension in Dogs with *Dirofilaria immitis*[J]. Animals (Basel), 2023, 14(1): 26.
- [5] 陈丹丹,夏娟,何亚峰,等. 二维斑点追踪成像技术评价右心室功能的研究进展[J]. 心肺血管病杂志, 2022, 41(10): 1101-1104.
- [6] Qiu Y, Wu Z, Chen Y, et al. Nano Ultrasound Contrast Agent for Synergistic Chemo-photothermal Therapy and Enhanced Immunotherapy Against Liver Cancer and Metastasis [J]. Adv Sci (Weinh), 2023, 10(21): e2300878.
- [7] 杜凌玥,郑剑. 右心声学造影临床应用新进展[J]. 医学影像学杂志, 2023, 33(8): 1457-1460.
- [8] 中华医学会呼吸病学分会慢性阻塞性肺疾病学组,中国医师协会呼吸医师分会慢性阻塞性肺疾病工作委员会. 慢性阻塞性肺疾病诊治指南(2021年修订版)[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2021, 44(3): 170-205.
- [9] Myagmadorj R, Stassen J, Nabeta T, et al. Impact of chronic obstructive pulmonary disease on right ventricular function and remodeling after aortic valve replacement[J]. Int J Cardiol, 2024, 395: 131414.
- [10] Yildiz I, Ozmen Yildiz P, Sazlidere H, et al. Association between RS Time in Electrocardiogram and Right Ventricular Functions in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease [J]. Med Princ Pract, 2022, 31(5): 463-470.
- [11] Abdelmohsen G, El-Faragy N, Abdelaziz O, et al. Using 2D speckle-tracking echocardiography to localize the accessory pathway and evaluate cardiac function and dyssynchrony in pediatric patients with Wolf-Parkinson-White syndrome [J]. Eur J Pediatr, 2023, 182(8): 3659-3669.
- [12] Tian L, Zhang M, Nie H, et al. Contrast-enhanced transcranial doppler versus contrast transthoracic echocardiography for right-to-left shunt diagnosis [J]. J Clin Monit Comput, 2023, 37(5): 1145-1151.
- [13] 汤钰,郑慧,吴寒梅,等. 二维斑点追踪技术评价肺动脉压正常的慢性阻塞性肺疾病患者右心室功能研究 [J]. 临床和实验医学杂志, 2023, 22(15): 1674-1677.
- [14] Leong P, Osadnik CR, King PT, et al. Right ventricular end-diastolic volume and outcomes in exacerbations of COPD [J]. Respirology, 2022, 27(1): 56-65.
- [15] 翁昌梅,王志兰,邹文娟,等. 二维斑点追踪成像在评价 COPD 患者右室收缩中的应用研究[J]. 中国超声医学杂志, 2022, 38(1): 45-48.
- [16] 赵梦娇,任卫东. 二维斑点追踪成像技术评价慢性肺源性心脏病并发肺动脉高压患者右心室收缩功能 [J]. 中国医科大学学报, 2022, 51(2): 174-178.
- [17] El-Sherbeny WS, Sabry NM, El-Saied SB, et al. Detection of right ventricular dysfunction by three - dimensional echocardiography and two - dimensional speckle tracking in breast cancer patients receiving anthracycline-based chemotherapy[J]. Cardiooncology, 2023, 9(1): 20.
- [18] Harrison NE, Ehrman R, Favot M, et al. Right ventricular dysfunction in acute heart failure from emergency department to discharge: Predictors and clinical implications [J]. Am J Emerg Med, 2022, 52: 25-33.
- [19] Ren C, Liu W. Cardiac Ultrasound under Speckle Tracking Technology Based Analysis of Efficacy of Respiratory Rehabilitation on Chronic Obstructive Pulmonary Disease [J]. J Healthc Eng, 2021, 2021: 7569908.
- [20] Avesta L, Aslani MR, Parham P, et al. The relationships between serum heart-type fatty acid-binding protein and right ventricular echocardiographic indices in chronic obstructive pulmonary disease [J]. Clin Respir J, 2021, 15(6): 628-636.
- [21] Wang Z, Hu Y, Ou H, et al. Speckle tracking tissue motion mitral annulus displacement to assess early changes in the left ventricle and its association with lung function in patients with chronic obstructive pulmonary disease[J]. J Clin Ultrasound, 2023, 51(9): 1439-1448.
- [22] Cengiz Elçioğlu B, Kamat S, Yurdakul S, et al. Assessment of subclinical left ventricular systolic dysfunction and structural changes in patients with chronic obstructive pulmonary disease [J]. Intern Med J, 2022, 52(10): 1791-1798.
- [23] 刘倩倩,王建德,孟红,等. 右心声学造影在肺动脉高压合并低氧血症患者中的应用价值[J]. 中国循环杂志, 2023, 38(9): 911-916.
- [24] 翟亚楠,李爱莉,谢万木,等. 右心声学造影检测肺血管病内心内及肺循环右向左分流的临床价值 [J]. 中国超声医学杂志, 2021, 37(9): 1002-1005.
- [25] Pereira MBDCM, Castello-Simões V, Heubel AD, et al. Comparing cardiac function and structure and their relationship with exercise capacity between patients with stable COPD and recent acute exacerbation: a cross-sectional study[J]. J Bras Pneumol, 2022, 48(5): e20220098.