

左右心功能相关参数及心室内径比值评估高原性肺动脉高压心功能损伤的价值分析

赵恩晨, 金仁波, 宁伟, 蒲瑜, 党国珍

(青海省心脑血管病专科医院超声科, 青海 西宁 810000)

【摘要】 目的: 研究左右心功能相关参数及心室内径比值评估高原性肺动脉高压(HPAH)心功能损伤的价值。方法: 选取 2019 年 4 月—2022 年 4 月我院收治的 118 例 HPAH 患者, 根据是否发生心功能损伤分为阳性组和阴性组, 所有患者均接受斑点追踪显像和心脏多普勒彩色超声检查。对比两组患者三尖瓣环收缩期位移(TAPSE)参数(三尖瓣环右心室游离壁部位移(TAPSE_{fw})、三尖瓣环中点部位移(TAPSE_{mid})和三尖瓣环间隔部位移(TAPSE_{int}))、左右心功能相关参数(左心室舒张末期容积(LVEDV)、左心室射血分数(LVEF)、右心室射血分数(RVEF)、右心室收缩压(RVSP))及右心室基底段与左心室基底段比值(RVRDd/LVTDd), 绘制 ROC 曲线分析 TAPSE 联合左右心功能相关参数及 RVRDd/LVTDd 对 HPAH 合并心功能损伤的诊断价值。结果: 与阴性组患者相比, 阳性组患者 TAPSE_{fw}、TAPSE_{mid}、TAPSE_{int}、LVEDV、LVEF 及 RVEF 显著降低, RVRDd/LVTDd 和 RVSP 显著升高, 差异具有统计学意义($P<0.05$); TAPSE_{fw}、TAPSE_{mid}、TAPSE_{int}、LVEDV、LVEF、RVEF、RVSP 及 RVRDd/LVTDd 诊断 HPAH 合并心功能损伤的 AUC 分别为 0.728、0.755、0.730、0.653、0.683、0.767、0.730 和 0.704, 灵敏度分别为 77.0%、81.4%、79.2%、76.4%、72.2%、79.9%、78.3% 和 63.7%, 特异度分别为 69.9%、72.2%、77.1%、73.8%、79.8%、84.9%、80.5% 和 81.0%; 各指标联合诊断的 AUC 为 0.858, 灵敏度为 87.2%, 特异度为 92.2%; 各指标联合诊断的 AUC、灵敏度和特异度均高于各项单独检测($P<0.05$)。结论: 左右心功能相关参数及 RVRDd/LVTDd 对 HPAH 合并心功能损伤的诊断价值较高, 各指标联合诊断的 AUC、灵敏度和特异度均高于各项单独检测。

【关键词】 肺动脉高压; 心室功能; 超声心动描记术

【中图分类号】 R544.16; R540.45

【文献标识码】 A

【文章编号】 1008-1062(2024)03-0178-04

DOI:10.12117/jccmi.2024.03.006

Value analysis of left and right ventricular function-related parameters and ventricular inner diameter ratio in evaluating cardiac function impairment in patients with high altitude pulmonary hypertension

ZHAO En-chen, JIN Ren-bo, NING Wei, PU Yu, DANG Guo-zhen

(Department of Ultrasound, Qinghai Cardio Cerebrovascular Disease Hospital, Xining 810000, China)

Abstract: Objective: To investigate the value of left and right ventricular function parameters and the ratio of ventricular inner diameter in evaluating cardiac function impairment in patients with high altitude pulmonary hypertension (HPAH). **Methods:** One hundred and eighteen patients with HPAH admitted to our hospital from April 2019 to April 2022 were enrolled, and were classified into two groups according to the presence or absence of cardiac function impairment, positive group and negative group. All patients underwent speckle tracking imaging and cardiac Doppler color ultrasound. Then comparison was conducted on tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE) parameters (displacement of TAPSE at the free wall of right ventricular(TAPSE_{fw}), at the midpoint(TAPSE_{mid}) and at the interventricular septum(TAPSE_{int})), left and right cardiac function parameters(left ventricular end-diastolic volume(LVEDV), left ventricular ejection fraction(LVEF), right ventricular ejection fraction(RVEF), right ventricular systolic pressure(RVSP)), and right ventricular to left ventricular transverse diameter ratio(RVRDd/LVTDd). Receiver operating characteristic (ROC) curve was plotted to evaluate the value of the diagnostic value of TAPSE combined with left and right ventricular function-related parameters and RVRDd/LVTDd for HPAH complicated with cardiac function impairment. **Results:** TAPSE_{fw}, TAPSE_{mid}, TAPSE_{int}, LVEDV, LVEF and RVEF were significantly lower, and RVRDd/LVTDd and RVSP were remarkably higher in the positive group compared to the negative group (all $P<0.05$). The AUC of TAPSE_{fw}, TAPSE_{mid}, TAPSE_{int}, LVEDV, LVEF, RVEF, RVSP, and RVRDd/LVTDd for the prediction of HPAH complicated with cardiac function impairment were 0.728, 0.755, 0.730, 0.653, 0.683, 0.767, 0.730, and 0.704, with the sensitivities of 77.0%, 81.4%, 79.2%, 76.4%, 72.2%, 79.9%, 78.3% and 63.7%, and the specificities were 69.9%, 72.2%, 77.1%, 73.8%, 79.8%, 84.9%, 80.5% and 81.0%, respectively. Analysis denoted that the AUC(0.858), sensitivity(87.2%) and specificity(92.2%) of the combined detection of the above parameters were higher than those of the separate detection ($P<0.05$). **Conclusion:** Left

【收稿日期】 2023-06-28; **【修回日期】** 2023-09-06

【作者简介】 赵恩晨(1989-), 女, 青海人, 主治医师。E-mail: zqwzec@163.com

【通信作者】 赵恩晨, 青海省心脑血管病专科医院超声科, 810000。E-mail: zqwzec@163.com

【基金项目】 青海省科技计划项目(2017-ZJ-754)。

and right cardiac function parameters and RVRDd/LVTDd have high diagnostic value for HPAH combined with cardiac function impairment, and the combined AUC, sensitivity and specificity of each index are higher than those of each single test.

Key words: Pulmonary Arterial Hypertension; Ventricular Function; Echocardiography

高原性肺动脉高压(High altitude pulmonary hypertension, HPAH)是一种因为空气稀薄、血氧饱和度及氧分压较低而导致的肺动脉结构和功能异常改变的疾病^[1],临床上主要表现为肺动脉压力升高。HPAH 发病较快,常会引起右心功能损伤,严重者甚至引发心力衰竭^[2]。因此,对于 HPAH 心功能损伤的早期诊断具有重要意义。CT 肺动脉成像可显示右心室和右心房扩大、主肺动脉扩张,并可通过测量主肺动脉与升主动脉直径比来评估 HPAH 的可能性^[3],但诊断特异度不高^[4]。斑点追踪成像技术是一种新型心功能评价方法,可反应三尖瓣环收缩期相对于心尖部位的变化,也就是三尖瓣环收缩期位移(Tricuspid annular plane systolic excursion, TAPSE),在心室功能的评估中发挥重要的作用^[5]。超声心动图是临床上常用的评估左右心功能的方法,而左右心功能是心脏损伤的重要评估指标^[6]。因此本研究通过回顾性分析左、右心功能相关参数及心室内径比值评估 HPAH 心功能损伤的价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取我院 2019 年 4 月—2022 年 4 月收治的 118 例 HPAH 患者,其中男 74 例,女 44 例,年龄 35~71 岁,平均(54.24±5.26)岁,HPAH 病程 1~6 年,平均(3.65±5.23)年。根据患者是否发生心功能损伤分为阳性组(38 例)和阴性组(80 例)。纳入标准:①患者均符合《中国肺动脉高压诊断与治疗指南(2021 版)》^[7]中关于 HPAH 的诊断标准;②患者经右心导管检查提示肺动脉压 ≥ 25 mmHg(1 mmHg ≈ 0.133 kPa);③患者经右心漂浮导管检查证实;④患者于我院接受初次治疗;⑤患者临床资料完整。排除标准:①患者合并先天性心脏病;②患者合并严重心率失常或者心肌病;③患者存在神经系统疾病无法配合调查。本研究经我院伦理委员会审批并通过。

1.2 方法

1.2.1 分组方法

患者均接受心脏 MRI 检查并进行分组,左心房容积指数 >34 mL/m²、左心室质量指数 ≥ 115 g/m²(男)或 95 g/m²(女);主要的心脏舒张功能异常指标包括二尖瓣血流速度峰值(E)与二尖瓣处心肌组织运动速度(e')比值(E/e') ≥ 13 ,e'平均值(室间隔和游离壁) <9 cm/s;其他间接指标包括纵向应变或三尖瓣反流速度,其中符合以上几项即可评定为心功能损伤^[8]。

1.2.2 方法

采用飞利浦 EPIQ7C 型超声诊断仪,配套 X5-1 探头,频率 2.5~4.0 MHz,患者取左侧卧位。获取左心室舒张末期容积(Left ventricular end diastolic volume, LVEDV)、左心室射血分数(Left ventricular ejection fraction, LVEF)、右心室射血分数(Reft ventricular ejection fraction, RVEF)、右心室收缩压(Right ventricular systolic pressure, RVSP)等。定位成像:采用快速推荐成像序列同时做冠状位、矢状位、轴状位三方向定位图,在定位片上确定扫描基线、扫描方法和扫描范围。成像范围:从心底及大血管根部到心尖部。推荐成像序列:SE 序列或适宜的快速序列,常规做横断位 T₁WI、冠状位或斜状位 T₁WI 成像。必要时可根据病情以及 MRI 设备条件辅以其他的推荐成像序列。目前 CT 和血管造影仍是诊断冠脉狭窄的主要检查方法,但无法准确评估心功能和节段性室壁运动异常。超声心动图可以检出节段性室壁运动异常,评价心功能,但无法判断心肌活性。核医学可有效评价心肌活性,但在其他方面较逊色。心脏磁共振(CMR)电影序列能够准确评估心功能和节段性室壁运动异常,可以在体分析心肌活性和其他组织学特征,是冠状动脉性心脏病患者综合评价的有效手段,有助于阐明各类冠状动脉性心脏病的发生发展机制,指导制定治疗策略^[8]。

在心尖四腔心切面,于舒张末期对右心室基底段和左心室基底段左右径进行测量,并计算右心室基底段与左心室基底段比值(Basal segment of right ventricle/Basal segment of left ventricle, RVRDd/LVTDd)。将选取的心尖四腔心切面二维动态图像点击到 Q-Lab 工作台,模式调整为 TMQ 模式,图像则自动稳定在 R 波起始阶段。选取 AP4 和 TAMd 模式,并点击三尖瓣环间隔部、三尖瓣环右心室游离瓣部和右心室心尖部的心内膜面 3 处,系统可自动勾画出三尖瓣环两个点相比于心尖部的运动曲线图,同时自动计算三尖瓣环右心室游离壁部位移(Displacement of right ventricular free wall of tricuspid annulus, TAPSE_{fw})、此处两点连线中点相对于心尖部的位移(Mid point displacement of tricuspid annulus, TAPSE_{mid})和三尖瓣环间隔部相对于心尖部的位移(Tricuspid annular septal displacement, TAPSE_{int})。以上指标均由超声医师进行计算,需连续测量 3 次取平均值。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 20.0 软件进行统计学分析。计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验,组内比较采用配对样本 *t* 检验;计数资料以“%”表示,组间比较采用 χ^2 检验, $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 阳性组和阴性组患者 TAPSE 参数以及 RVRDd/LVTDd 对比

阳性组患者的 TAPSEfw((11.23±2.25) mm)、TAPSmid((11.45±2.77) mm)显著低于阴性组患者的 TAPSEfw((18.74±1.98) mm)、TAPSmid((16.57±2.14) mm)、TAPSEint((11.78±1.45) mm)、RVRDd/LVTDd(1.87±0.24)显著高于阴性组患者的 TAPSEint((8.77±1.68) mm)、RVRDd/LVTDd(1.34±0.37),差异具有统计学意义($P<0.05$)。超声心动图检查发现阳性组患者主动脉瓣呈现二瓣化畸形,左冠瓣与右冠瓣融合成嵴(表 1,图 1)。

2.2 阳性组和阴性组患者左右心功能相关参数对比

表 1 阳性组和阴性组患者 TAPSE 参数以及 RVRDd/LVTDd 对比

组别	例数	TAPSEfw (mm)	TAPSmid (mm)	TAPSEint (mm)	RVRDd/LVTDd
阳性组	38	11.23±2.25	11.45±2.77	11.78±1.45	1.87±0.24
阴性组	80	18.74±1.98	16.57±2.14	8.77±1.6	1.34±0.37
<i>t</i>		18.415	11.015	9.488	2.545
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	0.012

阳性组患者的 LVEDV(38.66±1.79)、LVEF(61.89±1.68)及 RVEF((31.25±1.38)%)低于阴性组患者的 LVEDV(43.69±1.83)、LVEF(67.24±1.44)及 RVEF((37.25±1.42)%),而 RVSP((57.06±1.44) mmHg)显著高于阴性组患者的 RVSP ((44.98±1.27) mmHg),差异具有统计学意义($P<0.05$)(表 2)。阳性组与阴性组患者典型的 CMR 结果见图 2。

表 2 阳性组和阴性组患者左右心功能相关参数对比($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	LVEDV	LVEF	RVEF(%)	RVSP(mmHg)
阳性组	38	38.66±1.79	61.89±1.68	31.25±1.38	57.06±1.44
阴性组	80	43.69±1.83	67.24±1.44	37.25±1.42	44.98±1.27
<i>t</i>		13.875	17.857	21.639	46.219
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.3 TAPSE 联合左右心功能相关参数及 RVRDd/LVTDd 对 HPHA 合并心功能损伤的诊断价值分析

ROC 曲线结果显示,TAPSEfw、TAPSmid、TAPSEint、LVEDV、LVEF、RVEF、RVSP 及 RVRDd/LVTDd 诊断 HPHA 合并心功能损伤的 AUC 分别为 0.728、0.755、0.730、0.653、0.683、0.767、0.730、0.704,灵敏度分别为 77.0%、81.4%、79.2%、76.4%、72.2%、79.9%、78.3%、63.7%,特异度分别为 69.9%、72.2%、77.1%、73.8%、79.8%、84.9%、80.5%、81.0%,各指标联合诊断的 AUC 为 0.858,灵敏度为 87.2%,特异度为 92.2%;经分析发现,各指标联合诊断的 AUC、灵敏度和特异度均高于各项单独检测($P<0.05$)(表 3,图 3)。

表 3 TAPSE 联合左右心功能相关参数及 RVRDd/LVTDd 对 HPHA 合并心功能损伤的诊断价值

指标	AUC	SE	95%CI	<i>P</i>	灵敏度(%)	特异度(%)
TAPSEfw	0.728	0.053	0.624-0.832	<0.001	77.0	69.9
TAPSmid	0.755	0.050	0.656-0.853	<0.001	81.4	72.2
TAPSEint	0.730	0.052	0.629-0.831	<0.001	79.2	77.1
RVRDd/LVTDd	0.704	0.055	0.596-0.811	<0.001	63.7	81.0
LVEDV	0.653	0.059	0.538-0.769	<0.001	76.4	73.8
LVEF	0.683	0.057	0.571-0.794	<0.001	72.2	79.8
RVEF	0.767	0.051	0.667-0.868	<0.001	79.9	84.9
RVSP	0.730	0.057	0.619-0.842	<0.001	78.3	80.5
联合检验	0.858	0.047	0.766-0.951	<0.001	87.2	92.2

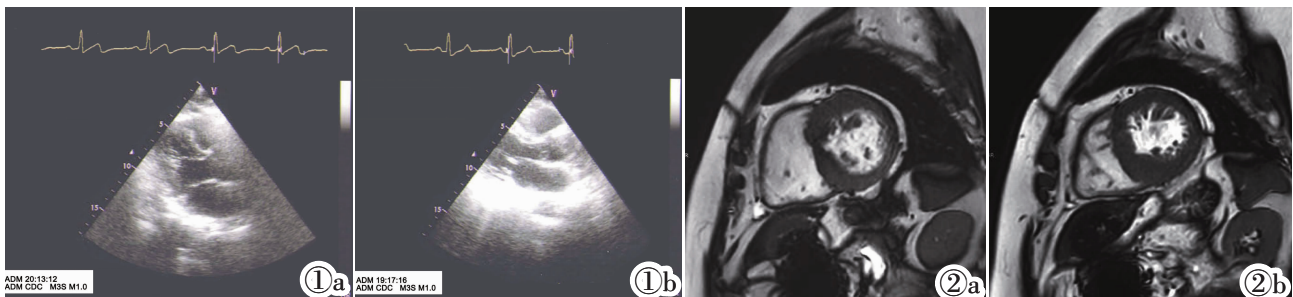


图 1a 阳性组患者超声心动图结果。图 1b 阴性组患者超声心动图结果。图 2a 阳性组患者左心室短轴两腔心切面 CMR 结果。图 2b 阴性组患者左心室短轴两腔心切面 CMR 结果。
Figure 1a. The results of echocardiography in the positive group. **Figure 1b.** The results of echocardiography in the negative group. **Figure 2a.** CMR results of left ventricular short-axis two-chamber view in the positive group. **Figure 2b.** CMR results of left ventricular short-axis two-chamber view in the negative group.

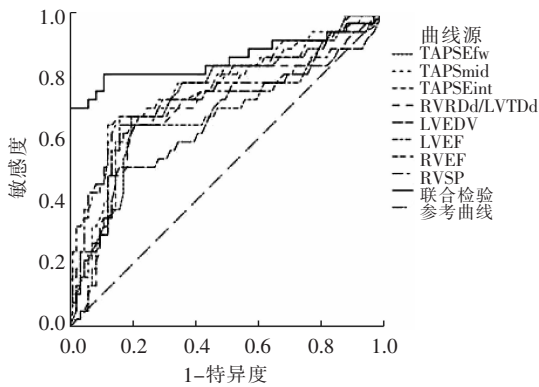


图3 TAPSE联合左右心功能相关参数以及RVRDd/LVTDd诊断HPHA合并心功能损伤的ROC曲线图像。

Figure 3. ROC curve of TAPSE combined with left and right ventricular function parameters and RVRDd/LVTDd for diagnosing HPHA complicated with cardiac function impairment.

3 讨论

HPAH是一种预后较差的心血管疾病,药物治疗并不理想^[9]。由于肺动脉压力和肺血管阻力的长时间升高会增加心脏负荷,心室增大和重构会引发心力衰竭^[10-11]。但目前对于HPAH合并心功能损伤的预测较困难^[12]。

TAPSE是四腔心切面测量的右室瓣环长轴运动距离,可对右心功能进行反应。而HPAH患者在固有力学特性及心肌微结构的影响下,大量的额外组织会对心肌造成明显的改变,斑点追踪成像是通过跟踪低于超声波波长的组织结构所产生的超声背向散射斑点信息进行显像,可在二维灰阶动态图像上定量分析心肌的运动信息,是目前临床上常用的TAPSE测量方法^[13]。正常情况下,心肌长轴方向缩短在右心室搏出量中发挥着关键作用,与节段心肌降低和局部透壁心肌纤维定向排列有关^[14]。本研究结果显示,与阴性组患者相比,阳性组患者的TAPSEfw、TAPSEmid及TAPSEint显著降低。提示,TAPSE检测对于HPAH患者具有重要意义。由于肺动脉长期损伤患者的RVEF和LVEF降低,会造成舒张末期压力增加,导致舒张期右心房的抽吸能力下降,同时回流至右心房的血流量降低,抑制右心房管道和储备能力,最终引发心功能损伤^[15-16]。RVSP升高会引起右心室和右心房容积的升高,对心肌运动造成严重损伤。本研究结果显示,与阴性组患者相比,阳性组患者的LVEDV、LVEF及RVEF显著降低,RVSP显著升高。提示,HPAH合并心功能损伤患者出现明显的左右心功能指标异常。肺血管病变越差对于肺循环功能的影响也越强,明显降低肺循环回流到左心系统的血流。徐楠等^[17]研究证实,左右心室内径比值是肺动脉高压患者心室重构的有效评估方法。本研究结果显示,与阴性组患者相比,阳性组患者的

RVRDd/LVTDd显著升高。提示,HPAH合并心功能损伤患者的RVRDd/LVTDd出现明显异常。本研究ROC曲线分析结果显示,各指标联合诊断的AUC、灵敏度和特异度均高于各项单独检测。可见,各项指标的联合可提高对HPAH合并心功能损伤预测的灵敏度和特异度,弥补各项指标单独检测的不足。但本研究为单中心研究,存在一定的不足。

综上,左右心功能相关参数及RVRDd/LVTDd评估HPAH合并心功能损伤具有较高价值,各指标联合诊断的AUC、灵敏度和特异度均高于各项单独检测。

【参考文献】

- [1]张凤涛,李晓红,王景景,等. miR-322对大鼠高原性肺动脉高压的作用及机制研究[J]. 天津医药,2020,48(7):621-624.
- [2]孙静,寇进,胡建库,等. 沙库巴曲缬沙坦治疗慢性心力衰竭肺动脉高压的疗效及对患者血清sICAM-1、sCD40L的影响[J]. 海南医学,2020,35(1):930-934.
- [3]郭华,李扬,孙继锋. CT肺动脉成像在评价慢性阻塞性肺疾病合并肺动脉高压的应用[J]. 医学影像学杂志,2022,32(6):1054-1056.
- [4]郭瑞,武建民,郭禹,等. 多层螺旋CT与超声心动图诊断肺动脉高压的比较分析[J]. 中国CT和MRI杂志,2020,18(7):70-73.
- [5]马红,周蕾,王婧,等. 二维斑点追踪显像技术评估结缔组织病合并肺动脉高压患者右心室收缩功能的临床研究[J]. 中国循环杂志,2020,35(9):910-915.
- [6]陈杨,朱晓梅,袁晓涵,等. 7.0T心脏磁共振成像心功能指标及重构指数评价糖尿病大鼠左心室功能的趋势[J]. 中国医学影像学杂志,2021,29(6):525-531.
- [7]杨媛华. 《中国肺动脉高压诊断与治疗指南(2021版)》解读——肺动脉高压的诊断[J]. 中国实用内科杂志,2021,41(8):696-699.
- [8]Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging [J]. Eur Heart J Cardiovasc Imaging, 2015, 16(3): 233-270.
- [9]吴漫,徐兴祥,柳毅. CT测量肺血管参数在肺动脉高压中的应用价值[J]. 心肺血管病杂志,2021,40(1):107-111.
- [10]周松,孙云静,崔江漫,等. 左室射血分数保留的心力衰竭并发肺动脉高压患者血浆miR-21水平变化及其意义[J]. 山东医药,2020,60(7):74-76.
- [11]鲁锋,李宝同,张曙光,等. 芪参益气滴丸联合米力农治疗射血分数降低的心力衰竭合并肺动脉高压的疗效观察[J]. 中西医结合心脑血管病杂志,2022,20(2):278-280.
- [12]庄艳明,肖保军. 右心室纵向应变评价肺动脉高压患者右心室功能的研究[J]. 心肺血管病杂志,2020,39(10):1234-1238.
- [13]彭锦莉,李文秀,李强强,等. 肺动脉高压患者三尖瓣环收缩期位移/肺动脉收缩压比值与右心导管血流动力学参数的相关性研究[J]. 心肺血管病杂志,2021,40(1):37-42.
- [14]张进,冯健. 心脏超声评估肺动脉高压患者肺血管压力及右心功能的临床价值[J]. 江苏大学学报(医学版),2021,31(1):69-72.
- [15]靖立芹,余江,胡英,等. 1.5T MRI联合超声心动图在先天性心脏病并肺动脉高压患者诊断中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志,2021,19(7):87-89.
- [16]曾贞,陶沙. CT肺动脉成像联合心脏超声对肺动脉高压患者心功能损害的诊断价值[J]. 中国现代医学杂志,2022,32(3):87-92.
- [17]徐楠,吴伟春,牛丽莉,等. 肺动脉高压患者心室重构的超声心动图指标与肺阻力的相关性研究[J]. 中国循环杂志,2017,32(2):161-164.