

## 论著·临床研究

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2021.14.030

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20210609.1531.007.html\(2021-06-09\)](https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20210609.1531.007.html(2021-06-09))

## E/e'对急进高原人员右心室舒张功能的评价作用\*

柴青芬,王圣明,姚胜银,宋红玮,王永辉,刘超<sup>△</sup>

(联勤保障部队第九九八医院超声科,郑州 455000)

**[摘要]** **目的** 应用 E/e' 评价急进高原人员右心室舒张功能。**方法** 52 名急进高原人员于赴高原前和赴高原后 1 个月进行常规彩色多普勒超声检查,测定右心室面积变化率,三尖瓣口血流速度 E 峰(E),三尖瓣口血流速度 A 峰(A),舒张早期速度峰值(e'),舒张晚期速度峰值(a'),E/e' 比值。**结果** 急进前后常规超声收缩末期右房横径(RADs)、肺动脉内径(PA),较急进前增大,心率明显增快,心排量明显增加,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),与平原相比,进入高原后 1 个月右心室收缩功能指标右心室面积变化分数(FAC)、三尖瓣环收缩期运动幅度(TAPSE)、TVS' 差异无统计学意义( $P > 0.05$ );E/A、e'、e'/a' 降低、E/e'、a' 升高,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。**结论** 急进高原后较早出现右室舒张功能异常,可通过 E/e' 进行评估。

**[关键词]** 急性高原病;超声心动图;彩色多普勒超声检查;右心室;心率

**[中图分类号]** R445.1

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1671-8348(2021)14-2478-03

## Evaluation effect of E/e' on right ventricular diastolic function in persons rapidly entering high altitude\*

CHAI Qingfen, WANG Shengming, YAO Shengyin, SONG Hongwei, WANG Yonghui, LIU Chao<sup>△</sup>

(Department of Ultrasound, 988 Hospital of Logistic Support Force, Zhengzhou, Henan 455000, China)

**[Abstract]** **Objective** To use E/e' to evaluate the right ventricular diastolic function in the persons rapidly entering Tibet. **Methods** fifty two persons rapidly entering Tibet conducted the conventional color Doppler ultrasound before going to high altitude and in 1 month after going to high altitude. The change rate of right ventricular area, blood flow velocity E peak and A peak of tricuspid valve orifice, peak blood flow velocity of diastolic early stage(e'), peak blood flow velocity of diastolic late stage(a') and E/e' were examined. **Results** RVDs, PA, heart rate and cardiac output were significantly increased before and after rapidly entering with statistical difference ( $P < 0.05$ ). Compared with plain, the right ventricular systolic function indexes FAC, TAPSE and TVS' had no statistically significant difference, E/A, e' and e'/a' were decreased, E/e' and a' were increased, the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** The diastolic function of right ventricle early appears abnormal after rapidly entering high altitude, which can be evaluated by E/e'.

**[Key words]** acute high altitude sickness; ultrasonocardiography; color Doppler ultrasonography; right ventricle; heart rate

随着海拔高度的升高,气压下降,空气中氧分压也随之降低,人体动脉氧气分压和饱和度也降低。由于缺氧造成肺动脉收缩,肺动脉压力升高,右心系统前后负荷加重,右心室收缩和舒张功能受损<sup>[1-4]</sup>。但对于急进高原人员右心室舒张功能的研究报道较少。本研究对进藏人员前后的常规超声心动图参数、组织多普勒参数进行比较,旨在评估急进高原前后人员右心室舒张功能变化。

### 1 资料与方法

#### 1.1 一般资料

某单位 52 名人员,快速进入西藏羊八井(海拔 4 300 m)进行高原训练,男 34 例,年龄 21~48 岁,平均(30.3±5.6)岁,女 18 例,年龄 24~43 岁,平均(33.0±6.0)岁。均长期居住在内地平原(海拔约 65 m),无高原暴露史,体格检查,心电图,肺功能及血常规,肝肾脏功能均正常,无心血管疾病,呼吸系统疾

\* 基金项目:河南省科技攻关联合共建项目(LHGJ20190878)。

作者简介:柴青芬(1969—),副主任医师,硕士,主要从事心血管超声诊断

和研究。<sup>△</sup> 通信作者,E-mail:364633532@qq.com。

病。本研究经本院伦理委员会通过,赴高原前和赴高原后 1 个月进行彩色多普勒超声检查。

### 1.2 仪器和方法

采用飞利浦 IE Elite 和 CX50 彩色多普勒超声诊断仪(美国飞利浦公司),S5-1 探头,探头频率 1~5 MHz,由同一名医生遵照美国超声心动图学会(ASE)的指南进行操作,测量各个参数。取左侧卧位或平卧位。常规参数测量包括:右心室前后径(right ventricular)M 型超声测量左室缩短分数(FS)左心室射血分数(LVEF),计算每搏输出量和心排血量。于心尖四腔切面,测量收缩末期右房横径(RADs),舒张末期右室横径(RVDd),在心尖四腔心切面应用 simpson's 方法测量右室面积,右心室面积变化分数(FAC)=(右室舒张末面积-右室收缩末面积)/右室舒张末面积×100%,右室面积包括肌小梁、腱索、三尖瓣瓣叶。心尖四腔心切面,脉冲多普勒测量三尖瓣口血流速度 E 峰(E),三尖瓣口血流速度 A 峰(A),计算 E/A 比值。大动脉短轴切面测量右室流出道内径(RVOT),肺动脉内径(PAD)。

三尖瓣反流者,计算下腔静脉(IVC)塌陷率并估测右房压(RAP),用连续多普勒测量三尖瓣收缩期最大反流峰速(VTR),计算反流压差( $\Delta P$ )并由此计算肺动脉收缩压(PASP)= $\Delta P$ +RAP<sup>[5]</sup>。

三尖瓣环收缩期运动幅度(TAPSE):心尖四腔心切面,M 型取样置于三尖瓣瓣环处获得 M 型图像,测量收缩期瓣环运动最大位移。

组织多普勒参数:组织多普勒显像采用(TDI)脉冲组织多普勒(PW-TDI)指标测定,心尖四腔心切面,将取样容积置于三尖瓣瓣环处,获得瓣环运动频谱,测量收缩期速度(TVs'),舒张早期速度峰值(e'),舒张晚期速度峰值(a'),计算 E 值与组织多普勒(e')比值(E/e')。

### 1.3 统计学处理

采用 SPSS26.0 统计分析软件进行数据分析。计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示。在分析急进高原前、后对比应用自身配对 *t* 检验。计数资料以 % 表示,统计采用非参数双关联样本检验。检验水准  $\alpha = 0.05$ 。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结 果

### 2.1 常规超声心动图结果

在进入高原后,常规超声心动图测量结果,FS、LVEF、心搏量(SV)与进入前差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。心率明显增快,心排血量明显增加,差异有统计学意义。右心系统指标,RADs、RVDd、肺动脉内径(PA)较急进前增大,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),其中有 2 例较平原时右室明显扩大,分别达 4.2、4.4 cm。有 10 例新增三尖瓣少量反流,5 例急进

前后均有三尖瓣反流,并取得压差,估算肺动脉收缩压明显升高,差异有统计学意义。右室收缩功能指标 FAC、TAPSE、TVS' 差异无统计学意义(表 1)。有 1 例发生右室收缩功能减低,占总体人数的 3.1%。

### 2.2 右心室舒张功能指标

在右心室舒张功能指标中 E 峰在进入高原后降低,A,a'峰升高( $P < 0.05$ ),E/A、e'/e'/a'降低,E/e'明显升高( $P < 0.05$ ),差异均有统计学意义(表 2)。

表 1 急进高原人员常规超声心动图参数( $\bar{x} \pm s$ )

参数	入高原前	入高原后 1 个月	<i>t</i>	<i>P</i>
RADS(cm)	2.93±0.36	3.26±0.42	-0.900	0.037
RVDd(cm)	2.33±0.47	2.52±0.41	-2.420	0.016
RVOT(cm)	2.79±0.30	2.83±0.33	-1.180	0.400
PA(cm)	2.20±0.21	2.46±0.32	-2.415	0.020
PASP(mmHg)	26.32±3.00	35.4±4.44	-6.756	0.003
TAPSE(cm)	2.22±3.10	2.14±3.37	1.890	0.068
FAC%	41.28±2.96	39.96±1.71	1.868	0.071
TVS'(cm/s)	14.87±1.72	14.12±1.98	1.560	0.129
FS(%)	34.38±3.58	34.84±3.36	-1.284	0.200
LVEF%	68.7±7.10	69.46±6.43	-1.200	0.236
SV(mL)	73.14±16.52	76.48±12.28	-1.940	0.059
CO(L/min)	5.12±0.98	5.79±0.79	-7.528	0.000
HR(次/min)	68.09±7.90	77.05±9.66	-6.495	0.000

表 2 三尖瓣频谱多普勒和组织多普勒参数对比( $\bar{x} \pm s$ )

参数	入高原前	入高原后 1 个月	<i>t</i>	<i>P</i>
E(cm/s)	59.73±8.49	56.84±8.90	2.190	0.036
A(cm/s)	37.40±5.39	42.31±6.78	-3.370	0.000
E/A	1.46±0.24	1.30±0.22	2.835	0.008
e'(cm/s)	13.16±2.32	10.56±2.38	4.717	0.000
a'(cm/s)	11.13±2.12	14.15±1.50	-7.326	0.000
e'/a'	1.29±0.42	1.17±0.14	-5.210	0.000
E/e'	5.06±1.13	6.61±2.16	6.630	0.000

### 2.3 右心舒张功能不全统计

在进入高原前 E/e' 值在 6~8 的占 11.5%(6/52),进入高原后 1 个月为 38.5%(20/52),差异有统计学意义( $P < 0.05$ );E/e' > 8 的例数在进入高原前为 0 例,在进入高原后 1 个月诊断舒张功能不全者占 25.0%(13/52),E/e' > 6 的总例数占 63.5%(33/52),差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

## 3 讨 论

急进高原后缺氧状态下,心脏的反应是交感神经兴奋,增快心率来增加输出量,右心系统的反应是肺动脉收缩,压力增高,引起低氧性肺动脉高压,右心后负荷增加<sup>[6]</sup>。本研究显示在进入高原 1 个月后右房、

右心室增大,肺动脉相对增宽,肺动脉压明显较前升高,这与文献报道结果一致<sup>[7]</sup>。

在高原低氧状态下,右心输出的后负荷增加,加上红细胞增多,血液粘稠,除心室收缩功能受到影响外,右心室的舒张功能亦随之改变<sup>[8-9]</sup>。E/e'是近年来用于的评价心室舒张功能的新指标,较多用于左心室舒张功能的评价,有学者将 E/e'用于右室舒张功能的评估<sup>[10-11]</sup>,e'/a'分别代表三尖瓣环舒张早期和舒张晚期的心肌运动速度,反映的是心肌内在的机械运动特征,舒张早期的室壁运动对舒张功能起到决定性作用。e'/a'因不受负荷状态及血流动力学影响,可以避免 E/A 的假性正常化,是舒张功能受损的敏感指标<sup>[12-13]</sup>。

按照右室舒张功能标准<sup>[6]</sup>,当 E/A < 0.6 或 E/A > 2.3, E/e' > 8 (美国标准 E/e' > 6) 则提示右心室舒张功能减低,在本组研究中,在进入高原后,按照美国超声心动图标准 E/e' > 6 占 63.5%, E/e' > 8 占 25.0%,结合临床表现应该对于 E/e' > 6 大于的人员予以关注。这些人员在收缩功能正常的情况下,舒张功能指标明显变化,说明右心室的舒张功能对肺动脉高压和压力变化较为敏感,舒张功能异常出现早于收缩功能异常出现。

由于右心室几何形状独特,心肌壁较薄,传统的方法评估右室功能比较困难。三尖瓣环收缩期位移(TAPSE),三尖瓣以及三尖瓣环组织多普勒频谱等均可作为超声评估右心及肺动脉指标<sup>[14-15]</sup>。E/e'对于右室舒张功能的评价,简单、方便,较适合野外机动训练人员右心室舒张功能的评价。

## 参考文献

- [1] 刘鑫源,罗勇军,等.急性高原(山)病诊断标准的演变历程及最新进展[J].解放军预防医学杂志,2019,37(10):188-192.
- [2] CASSADY S J, RAMANI G V. Right Heart Failure in Pulmonary Hypertension[J]. Cardiol Clin,2020,38(2):243-255.
- [3] El Hajj M C, Viray M C, Tedford R J. Right heart failure:a hemodynamic review[J]. Cardiol Clin,2020,38(2):161-173.
- [4] 刘鑫源,陈兴书,罗勇军,等,波生坦防治高原肺动脉高压相关疾病研究进展[J].人民军医,2020,63(1):79-83
- [5] 中华医学会超声医学分会超声心动图学组,中华

医学会心血管病学会心血管病影像学组,中国医药教育协会超声医学专业委员会.新型冠状病毒肺炎患者床旁超声心动图检查及远程超声会诊实施建议(第1版)[J].中华超声影像学杂志,2020,17(3):233-250

- [6] TIAN J, LIU C, YANG Y, et al. Effects of baseline heart rate at sea level on cardiac responses to high-altitude exposure[J]. Int J Cardiovasc Imaging,2020,36(5):799-810.
- [7] 易元月,刘宝,吴刚,等.急进高原后男性人员心功能的变化及其与 AMS 的关系[J].中国病理生理杂志,2017,33(12):2233-2237.
- [8] ASHRAF H, ROSENTHAL J L. Right heart failure:causes and clinical epidemiology[J]. Cardiol Clin,2020,38(2):175-183.
- [9] EMAMI S, SAMIEI N, AMIN A, et al. Differences in right ventricular dysfunction in patients with idiopathic pulmonary hypertension versus secondary pulmonary hypertension[J]. Adv Respir Med,2020,88(1):1-5.
- [10] KENDSERSKY P, WARD C. Right ventricular failure and congenital heart disease[J]. Cardiol Clin,2020,38(2):239-242.
- [11] NAEIJE R, CHIN K. Differentiating Precapillary From Postcapillary Pulmonary Hypertension[J]. Circulation,2019,140(9):712-714.
- [12] WANG L, CHEN X, WAN K, et al. Diagnostic and prognostic value of right ventricular eccentricity index in pulmonary artery hypertension[J]. Pulm Circ,2020,10(2):2045894019899778.
- [13] POLITO MV, STOEBE S, GALASSO G, et al. Analysis of regional right ventricular function by tissue doppler imaging in patients with aortic stenosis[J]. J Cardiovasc Echogr,2019,29(3):111-118.
- [14] WANG T K M, JELLIS C. The role of multi-modality imaging in right ventricular failure[J]. Cardiol Clin,2020,38(2):203-217.
- [15] 朱然,王小婷,马晓春,等.从右心认知到右心管理:《重症右心功能管理专家共识》要点解读[J].协和医学杂志,2018,9(5):407-410.

(收稿日期:2020-11-02 修回日期:2021-04-11)