

下腔静脉塌陷指数及右室长轴应变与肺动脉高压的相关性

高瑞桃 董亚青 赵宝珍

摘要 **目的** 探讨下腔静脉塌陷指数及右室长轴应变与肺动脉高压(PAH)的相关性。**方法** 选取 94 例 PAH 患者(观察组)和 35 例健康体检者(对照组),其中观察组根据肺动脉收缩压进一步分为轻度组 32 例(30~49 mm Hg, 1 mm Hg=0.133 kPa)、中度组 32 例(50~69 mm Hg)、重度组 30 例(≥ 70 mm Hg),比较各组下腔静脉塌陷指数、右室长轴应变、三尖瓣反流压差、肺动脉平均压(mPAP)、肺毛细血管阻力(PVR)、肺毛细血管楔压(PCWP)的差异;分析下腔静脉塌陷指数、右室长轴应变、三尖瓣反流压差与肺动脉收缩压、mPAP、PVR、PCWP 的相关性。**结果** 观察组下腔静脉塌陷指数、右室长轴应变、PCWP 均低于对照组,mPAP、PVR、三尖瓣反流压差均高于对照组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。重度组下腔静脉塌陷指数、右室长轴应变、PCWP 均低于轻、中度组,mPAP、PVR、三尖瓣反流压差均高于轻、中度组,中度组下腔静脉塌陷指数、右室长轴应变、PCWP 均低于轻度组,mPAP、PVR、三尖瓣反流压差均高于轻度组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。相关性分析显示,下腔静脉塌陷指数、右室长轴应变与肺动脉收缩压均呈负相关($r = -0.796, -0.895$, 均 $P < 0.05$);三尖瓣反流压差与肺动脉收缩压呈正相关($r = 0.541, P < 0.05$);下腔静脉塌陷指数、右室长轴应变与 PVR 均呈负相关($r = -0.410, -0.454$, 均 $P < 0.05$),与 PCWP 均呈正相关($r = 0.262, 0.288$, 均 $P < 0.05$);三尖瓣反流压差与 mPAP、PVR、PCWP 均呈正相关($r = 0.589, 0.657, 0.653$, 均 $P < 0.05$)。**结论** PAH 患者下腔静脉塌陷指数和右室长轴应变均明显降低,两者均与肺动脉收缩压呈负相关。

关键词 超声心动描记术;右心导管检查;肺动脉高压;下腔静脉塌陷指数;右室长轴应变;相关性
[中图法分类号]R540.45 [文献标识码]A

Correlation between inferior vena cava collapse index, right ventricular long axis strain and pulmonary hypertension

GAO Ruitao, DONG Yaqing, ZHAO Baozhen

Department of Ultrasound, Hebei Langfang Maternal and Child Health Hospital, Hebei 365000, China

ABSTRACT **Objective** To explore the correlation between inferior vena cava collapse index, right ventricular long axis strain and pulmonary hypertension (PAH). **Methods** Totally 94 patients with PAH (observation group) and 35 healthy subjects (control group) were selected, and the observation group was further divided into three groups based on pulmonary artery systolic pressure: 32 cases in mild group (30~49 mm Hg, 1 mm Hg=0.133 kPa), 32 cases in moderate group (50~69 mm Hg) and 30 cases in severe group (≥ 70 mm Hg). The inferior vena cava collapse index, right ventricular long axis strain, tricuspid regurgitation pressure difference, mean pulmonary artery pressure (mPAP), pulmonary capillary resistance (PVR), pulmonary capillary wedge pressure (PCWP) were compared among all groups. The correlation between inferior vena cava collapse index, right ventricular long axis strain, tricuspid regurgitation pressure difference and pulmonary artery systolic pressure, mPAP, PVR, PCWP were analyzed. **Results** The inferior vena cava collapse index, right ventricular long axis strain and PCWP in observation group were lower than those in control group, while mPAP, PVR and tricuspid regurgitation pressure difference were higher than those in control group (all $P < 0.05$). The inferior vena cava collapse index, right ventricular long axis strain and PCWP in severe group were lower than those in mild and moderate groups, while the mPAP, PVR and tricuspid regurgitation pressure difference were higher than those in mild and moderate groups (all $P < 0.05$). Correlation analysis showed that the inferior vena cava collapse index, right ventricular long axis strain were negatively correlated with the pulmonary artery systolic pressure score ($r = -0.796, -0.895$, both

基金项目:2019 年廊坊市科学技术研究与发展计划(2019013109)

作者单位:365000 河北省廊坊市妇幼保健院超声科(高瑞桃、赵宝珍);河北中石油中心医院超声科(董亚青)

通讯作者:赵宝珍, Email: lffysk@126.com

$P<0.05$), the tricuspid regurgitation pressure difference was positively correlated with the pulmonary artery systolic pressure score ($r=0.541, P<0.05$), the inferior vena cava collapse index and right ventricular long axis strain were negatively correlated with PVR ($r=-0.410, -0.454$, both $P<0.05$), and positively correlated with PCWP ($r=0.262, 0.288$, both $P<0.05$), the tricuspid regurgitation pressure difference was positively correlated with mPAP, PVR, PCWP ($r=0.589, 0.657, 0.653$, all $P<0.05$).

Conclusion In patients with PAH, the inferior vena cava collapse index and the right ventricular long axis strain are significantly lower. Both of the two factors are negatively correlated with pulmonary artery pressure.

KEY WORDS Echocardiography; Right cardiac catheterization; Pulmonary hypertension; Inferior vena cava collapse index; Right ventricular long axis strain; Correlation

目前临床对于肺动脉高压 (pulmonary hypertension, PAH) 的发病原因尚不明确, 认为其仅与肺血管结构功能有关, 而肺血管结构功能又与环境因素、遗传因素等有关^[1]。研究^[2]发现, 肺动脉压力超过 45 mm Hg (1 mm Hg=0.133 kPa) 时, 血流动力学会发生异常改变, 且随着病情进展, 可导致患者右心负荷增加, 甚至出现右心功能不全, 最终危及生命, 因此对该类患者应早发现、早治疗。彩色多普勒超声作为一种无创的影像学检查方法, 在 PAH 诊断及治疗中均有重要作用, 目前临床关于 PAH 患者下腔静脉塌陷指数及右室长轴应变的研究较少, 本研究旨在探讨下腔静脉塌陷指数及右室长轴应变与 PAH 的相关性。

资料与方法

一、研究对象

选取 2018 年 2 月至 2020 年 5 月我院收治的 94 例 PAH 患者 (观察组) 和 35 例健康体检者 (对照组), 观察组中男 48 例, 女 46 例, 年龄 35~68 岁, 平均 (52.12±2.32) 岁, 体质指数 (BMI) 20~26 kg/m², 平均 (23.45±2.32) kg/m²; 包括二尖瓣狭窄 30 例、房间隔缺损 36 例、特发性 PAH 25 例、肺动脉栓塞 3 例。纳入标准: ①临床资料完整; ②无恶性肿瘤; ③未使用前列环素类药物或内皮素受体拮抗剂。对照组中男 18 例, 女 17 例, 年龄 36~68 岁, 平均 (52.18±2.25) 岁, BMI 21~25 kg/m², 平均 (23.49±2.27) kg/m²; 两组一般资料比较差异均无统计学意义。观察组进一步根据肺动脉收缩压分为轻度组 32 例 (30~49 mm Hg)、中度组 32 例 (50~69 mm Hg)、重度组 30 例 (≥70 mm Hg)。PAH 诊断标准: 符合《2009 欧洲心脏病学会肺动脉高压诊断和治疗指南解析肺动脉高压新分类》^[3] 中的诊断标准, 经右心导管检查确诊, 肺动脉收缩压 ≥30 mm Hg, 肺动脉平均压 (mPAP) ≥25 mm Hg, 肺毛细血管楔压 (PCWP) ≤15 mm Hg。本研究经我院医学伦理委员会批准, 所有受检者均知情同意。

二、仪器与方法

1. 超声检查: 使用 GE Vivid E 9 彩色多普勒超声诊断仪, M5S 探头, 频率 1~5 MHz; 配备 EchoPac 6.2 数字超声工作站。受检者于空腹状态下取仰卧位或左侧卧位, 同步连接肢导联心电图。将取样容积置于右房侧三尖瓣上 1.0 cm 处取心尖四腔和两腔心切面, 测量三尖瓣反流峰值速度和三尖瓣反流压差, 计算肺动脉收缩压; 然后将取样线置于下腔静脉入右房开口约 2.0 cm 处, 于剑突下腔静脉长轴切面获取下腔静脉 M 型运动曲线, 测量呼气末下腔静脉内径和吸气末内径, 计算下腔静脉塌陷指数, 下腔静脉塌陷指数 = (呼气末下腔静脉内径 - 吸气末下腔静脉内径) / 吸气末下腔静脉内径 × 100%。最后于右室心尖四腔切面取 3 个心动周期, 将图像导入 2D 应变模式, 勾画舒张期右室心内膜面, 软件自动生成心内膜至心外膜的斑点追踪区域后, 调整感兴趣区宽度, 使其与右室心肌厚度吻合, 软件自动追踪心肌运动, 将右室长轴自动分为 6 个节段, 包括游离壁和室间隔基底段、中间段、心尖段, 调节至图像满意后软件自动计算右室长轴收缩期峰值应变。将右室游离壁、室间隔 6 个节段的收缩期长轴峰值应变取平均值作为右室长轴应变最终测值。

2. 右心导管检测: 使用 Hewlett Packard Model 54S 检测仪, 先行颈内静脉穿刺, 置入 Swan-ganz 导管, 到达右下肺动脉后, 于血流动力学参数稳定的状态下测量 mPAP、肺毛细血管阻力 (PVR)、PCWP。

3. 观察指标: 比较观察组与对照组, 以及观察组不同程度 PAH 患者下腔静脉塌陷指数、右室长轴应变、三尖瓣反流压差、mPAP、PVR、PCWP 的差异。

三、统计学处理

应用 SPSS 22.0 统计软件, 计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 多组比较采用方差分析, 两组比较行独立样本 t 检验。相关性分析采用 Spearman 或 Pearson 法。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、观察组与对照组检查参数比较

观察组下腔静脉塌陷指数、右室长轴应变、PCWP均低于对照组,三尖瓣反流压差、mPAP、PVR均高于对照组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。见表1和图1,2。

表1 观察组与对照组检查参数比较($\bar{x}\pm s$)

组别	下腔静脉塌陷指数	右室长轴应变(%)	三尖瓣反流压差(mm Hg)	mPAP(mm Hg)	PVR(WU)	PCWP(mm Hg)
观察组	0.36±0.14	-11.04±3.87	48.27±15.84	46.54±14.25	12.62±3.40	6.44±1.83
对照组	0.62±0.23	-20.28±4.52	21.08±4.25	22.45±6.02	2.21±0.52	16.52±2.25
<i>t</i> 值	9.525	17.464	9.999	9.666	17.992	26.088
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

mPAP:肺动脉平均压;PVR:肺毛细血管阻力;PCWP:肺毛血管楔压。1 mm Hg=0.133 kPa

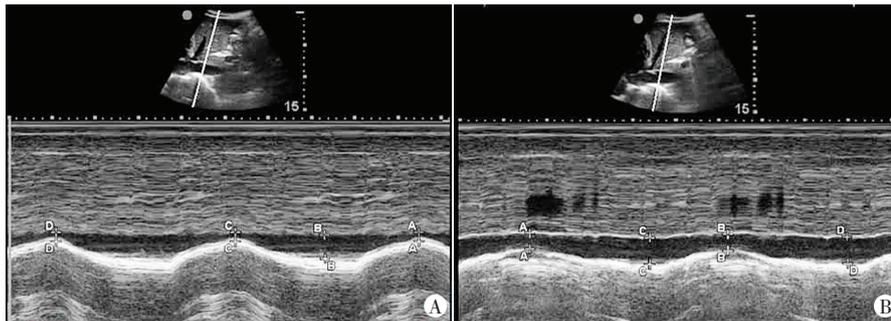


图1 观察组下腔静脉塌陷指数为0.39(A);对照组下腔静脉塌陷指数为0.68(B)

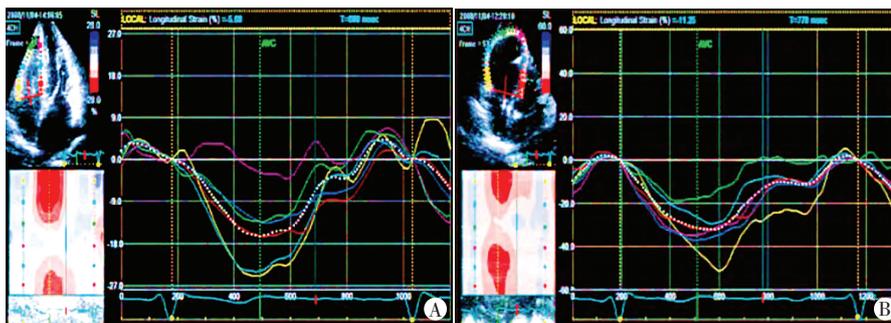


图2 观察组右室长轴应变为-5.68%(A);对照组右室长轴应变应变为-23.32%(B)

二、不同程度PAH患者检查参数比较

轻、中、重度组下腔静脉塌陷指数、右室长轴应变、三尖瓣反流压差、PCWP、mPAP、PVR比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。重度组下腔静脉塌陷指数、右室长轴应变、PCWP均低于轻、中度组,三尖瓣反流压差、mPAP、PVR均高于轻、中度组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。中度组下腔静脉塌陷指数、右室长轴应变、PCWP均低于轻度组,三尖瓣反流压差、mPAP、PVR均高于轻度组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。见表2。

表2 不同程度PAH患者检查参数比较($\bar{x}\pm s$)

组别	下腔静脉塌陷指数	右室长轴应变(%)	三尖瓣反流压差(mm Hg)	mPAP(mm Hg)	PVR(WU)	PCWP(mm Hg)
轻度组	0.53±0.17	-15.59±2.48	37.23±8.05	40.36±12.41	10.05±1.56	7.80±2.02
中度组	0.37±0.10 ^a	-10.05±1.32 ^a	48.02±10.05 ^a	45.25±13.89 ^a	12.01±2.02 ^a	6.29±1.45 ^a
重度组	0.18±0.06 ^{ab}	-7.25±1.02 ^{ab}	60.33±18.52 ^{ab}	54.54±14.25 ^{ab}	16.01±3.25 ^{ab}	5.32±1.05 ^{ab}
<i>F</i> 值	65.929	136.997	24.928	8.735	50.852	19.788
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

与轻度组比较,^a $P<0.05$;与中度组比较,^b $P<0.05$ 。mPAP:肺动脉平均压;PVR:肺毛细血管阻力;PCWP:肺毛血管楔压。1 mm Hg=0.133 kPa

三、相关性分析

1.Spearman相关性分析显示,下腔静脉塌陷指数、右室长轴应变与肺动脉收缩压均呈负相关($r=-0.796$ 、 -0.895 ,均 $P<0.05$);三尖瓣反流压差与肺动脉收缩压呈正相关($r=0.541$, $P<0.05$)。

2.Pearson相关性分析显示,下腔静脉塌陷指数与PVR呈负相关($r=-0.410$, $P<0.05$),与PCWP呈正相关($r=0.262$, $P<0.05$),与mPAP无相关性;右室长轴应变与PVR呈负相关($r=-0.454$, $P<0.05$),与PCWP呈正相关($r=0.288$, $P<0.05$),与mPAP无相关性;三尖瓣反流压差与mPAP、PVR、PCWP均呈正相关($r=0.589$ 、 0.657 、 0.653 ,均 $P<0.05$)。

讨 论

PAH是一种以肺血管阻力、肺动脉压力升高为特征的疾病,多见于50岁以上人群,其中遗传因素引起的PAH占比为6%~10%,病死率较高^[4]。研究^[5-6]发现,PAH患者常伴右心功能异常,原因可能是肺动脉压和血管阻力的持续性升高,导致患者出现不可逆的肺血管增生和重构,最终因右心衰竭而死亡。因此,早发现、早诊断对明确病情、制定治疗方案及评估预后尤为重要。目前临床将右心导管检测作为诊断PAH的金标准,但其有创,价格较高,部分患者难以接受。近年随着超声技术的发展,有学者^[7]建议应用超声心动图测量下腔静脉塌陷指数,以此诊断PAH。下腔静脉塌陷指数是临床评估呼吸对下腔静脉几何形态影响的重要指标,能较好地反映患者右心功能。呼气、吸气均会引起下腔静脉内径变化^[8],而评估自主呼吸状态下容量反应性能为预测右心功能状态提供重要参考,同时也可为

临床诊治提供指导^[9]。

正常情况下胸腔内负压会因吸气而增高,导致回流至心脏的静脉压也随之增高,从而引起一系列连锁反应,如下腔静脉血流加速、管腔内压力下降、内径缩小等;另外,吸气也会使腹压增加及横膈压缩,引起下腔静脉内径缩小^[10]。病理状态下PAH患者受体循环淤血影响,下腔静脉内径不仅增宽,下腔静脉塌陷指数也会明显降低^[11],且三尖瓣反流压差也会发生改变。本研究结果显示,观察组下腔静脉塌陷指数低于对照组,三尖瓣反流压差高于对照组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),与上述文献结论一致。另外,本研究比较PAH不同严重程度患者发现,重度组下腔静脉塌陷指数低于轻、中度组,三尖瓣反流压差高于轻、中度组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),提示下腔静脉塌陷指数会随PAH严重程度而下降,而三尖瓣反流压差会随PAH严重程度升高。为进一步论证下腔静脉塌陷指数、三尖瓣反流压差与PAH之间的关系,本研究行Spearman相关性分析,结果显示下腔静脉塌陷指数与肺动脉收缩压呈负相关($r=-0.796, P<0.05$),三尖瓣反流压差与肺动脉收缩压呈正相关($r=0.541, P<0.05$)。此外,本研究发现轻度组下腔静脉塌陷指数与对照组比较,差异无统计学意义,推测肺动脉压需达到一定程度才会引起下腔静脉塌陷指数的改变,表明下腔静脉塌陷指数在诊断早期PAH中并不具优势,可能因其值接近正常而漏诊^[12]。

右室长轴应变是一项定量评估右室舒缩功能的新参数^[13]。本研究结果显示,观察组右室长轴应变低于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$),提示PAH患者右室功能受损,且在其影响下三尖瓣收缩期位移。右室长轴应变下降可能与肺动脉压增高有关,即压力负荷的增加会导致患者心肌组织结构发生改变。另外,PAH所引起的“心室肌重构”的病理改变也会进一步加重右心功能受损程度,形成恶性循环^[14];但尚无文献证实PAH患者右室功能受损是否与PAH直接相关。本研究进一步将右室长轴应变与PVR、PCWP行Pearson相关性分析,结果显示右室长轴应变与PVR呈负相关($r=-0.454, P<0.05$),与PCWP呈正相关($r=0.288, P<0.05$),提示右室长轴应变随PVR的增高而下降,间接说明右室功能受损与PAH相关,临床可通过评估右室长轴应变为PAH诊断提供参考。

综上所述,PAH患者下腔静脉塌陷指数和右室长轴应变均明显降低,两者均与肺动脉收缩压呈负相关,可为临床诊断PAH及评估治疗效果提供参考。但

本研究样本量较小,所得结论可能存在偏差,今后需扩大样本进一步研究。

参考文献

- [1] 陈红娟,郑璇,颜梦欢,等.右室-肺动脉耦合联合右心房压力对肺动脉高压患者的风险评估研究[J].中国实用内科杂志,2020,40(1):50-53.
- [2] Murata M, Kawakami T, Kataoka M, et al. Clinical significance of guanylate cyclase stimulator, riociguat, on right ventricular functional improvement in patients with pulmonary hypertension[J].Cardiology, 2021,146(2):130-136.
- [3] 朱锋,董琳,熊长明.读2009欧洲心脏病学会肺动脉高压诊断和治疗指南解析肺动脉高压新分类[J].中国循环杂志,2010,25(1):74-75.
- [4] 高海叶,邓爱云,王小娟,等.速度向量成像技术对肺动脉高压患者右心室收缩功能及同步性的评估[J].中国循环杂志,2019,34(5):486-491.
- [5] Richter MJ, Fortuni F, Wiegand MA, et al. Association of right atrial conduit phase with right ventricular lusitropic function in pulmonary hypertension[J].Int J Cardiovasc Imaging, 2020,36(4):633-642.
- [6] Chouvarine P, Geldner J, Giagnorio R, et al. Trans-right-ventricle and transpulmonary microRNA gradients in human pulmonary arterial hypertension[J].Pediatr Crit Care Med, 2019,21(4):340-349.
- [7] 马丽,刘元生,余剑波,等.急性心力衰竭NT-proBNP水平及下腔静脉塌陷指数对患者容量负荷及预后的预测价值[J].医学研究生学报,2020,33(3):289-295.
- [8] Shang X, Zhang C, Liu M, et al. Right ventricular contractility as a potential independent evaluation parameter in pulmonary hypertension[J].Int J Clin Pract, 2021,75(7):14183.
- [9] Sareban M, Perz T, Macholz F, et al. Preserved right ventricular function but increased right atrial contractile demand in altitude-induced pulmonary hypertension[J].Int J Cardiovasc Imaging, 2020,36(1):1069-1076.
- [10] Wedgwood S, Warford C, Agvatisiri SR, et al. The developing gut-lung axis: postnatal growth restriction, intestinal dysbiosis, and pulmonary hypertension in a rodent model[J].Pediatr Res, 2020,87(3):472-479.
- [11] 邢宇,周桦.心脏磁共振成像及二维超声斑点追踪显像评价肺动脉高压病人右室功能的临床价值[J].中西医结合心脑血管病杂志,2020,18(9):1439-1442.
- [12] Abalo MR, Carey J, Aljure O, et al. Resection of an adrenocortical carcinoma invading the inferior vena cava extending into the right ventricle[J].Anesthesiology, 2019,131(5):1149-1150.
- [13] Omidkhoda N, Vakilian F, Mohammadpour AH, et al. Aldosterone and mineralocorticoid receptor antagonists on pulmonary hypertension and right ventricular failure: a review[J].Curr Pharm Des, 2020,26(31):3862-3870.
- [14] Perez-Johnston R, Plodkowski AJ, Halpenny DF, et al. Perfusion defects on dual-energy CTA in patients with suspected pulmonary embolism correlate with right heart strain and lower survival[J].Eur Radiol, 2021,31(4):2013-2021.

(收稿日期:2021-08-06)