

## 血浆脑钠肽及血尿酸在评估儿童肺动脉高压中的价值

莫连芹<sup>1\*</sup>, 黄栋<sup>2\*\*</sup>, 王予川<sup>2</sup>, 李岑<sup>2</sup>, 汪娟<sup>1</sup>, 马秀<sup>1</sup>, 黄颖<sup>1</sup>

(1. 贵州医科大学 临床医学院, 贵州 贵阳 550004; 2. 贵州省人民医院 儿科重症监护室, 贵州 贵阳 550002)

**[摘要]** 目的: 探讨血浆脑钠肽(BNP)及血尿酸(SUA)在评估儿童肺动脉高压(PH)中的价值。方法: 将344例患儿根据疾病构成不同分先天性心脏病(CHD)并PH肺炎(A组, 51例)、CHD并肺炎(B组, 36例)、肺炎组(C组, 39例), 均行心脏超声筛查排除(PH)和CHD并PH(D组, 218例), 测定并分析各组患儿血浆BNP和SUA; 将A组与D组患儿(269例)根据肺动脉收缩压分为轻度PH组(12例)、中度PH组(141例)和重度PH组(116例), 探讨各组患儿SUA与患儿血浆BNP、SUA与心脏彩超各指标间的相关性。结果: B、C两组患儿血浆SUA低于A、D两组, B、C两组患儿血浆BNP低于A组, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ ); 肺动脉高压值和PH患儿血浆SUA水平呈正相关( $r = 0.237, P < 0.05$ ); 各PH组患儿右室内径(RV值)、右室流出道(RVOT)和肺动脉内径(PA)比较, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ ); 肺动脉高压值与SUA和RV呈正相关( $r = 0.237, 0.338, P = 0.000$ ), 与RVOT和PA呈负相关( $r = -0.450, r = -0.515, P = 0.000$ )。结论: 血浆BNP及SUA水平可用于儿童PH的诊断及病情评估, SUA分泌增加可能与右房增大、右室张力增高有关。

**[关键词]** 儿童; 先天性心脏病; 肺动脉高压; 血浆脑钠肽; 血尿酸; 心脏彩超

**[中图分类号]** R730.43 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1000-2707(2018)03-0320-04

**DOI:** 10.19367/j.cnki.1000-2707.2018.03.015

### The Value of Plasma Brain Natriuretic Peptide and Blood Uric Acid in the Assessment of Children's Pulmonary Hypertension

MO Lianqin<sup>1</sup>, HUANG Dong<sup>2</sup>, WANG Yuchuan<sup>2</sup>, LI Cen<sup>2</sup>, WANG Juan<sup>1</sup>, MA Xiu<sup>1</sup>, HUANG Ying<sup>1</sup>  
(1. School of Clinical Medicine, Guizhou Medical University, Guiyang 550004, Guizhou, China; 2. Pediatric Intensive Care Unit, Guizhou People's Hospital, Guiyang 550002, Guizhou, China)

**[Abstract] Objective:** To investigate the significance of plasma brain natriuretic peptide (BNP) and blood uric acid (SUA) in the assessment of children's pulmonary arterial hypertension (PAH). **Methods:** 344 children patients were divided according to different pathology into Group A of 51 cases with congenital heart disease (CHD) combined with PAH pneumonia, Group B of 36 cases with CHD combined with pneumonia, Group C of 39 cases with pneumonia (without PAH), and Group D of 218 cases with CHD and PAH. The plasma BNP and SUA were measured and analyzed. The A group and D group (269 cases) according to the pulmonary artery systolic pressure for the mild PAH group (12 cases), the moderate PAH group (141 cases) and the severe PAH group (116 cases). The correlation between SUA and plasma BNP, SUA and cardiac color Doppler in children was investigated. **Results:** The plasma SUA in groups B and C was lower than that of groups A and D. The plasma BNP in groups B and C was lower than that in Group A, and the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). There was a positive correlation between the pulmonary arterial pressure and the plasma SUA level in children with PAH ( $r = 0.237, P < 0.05$ ). The right ventricular diameter (RV), right ventricular outflow tract (RVOT) and pulmonary artery diameter (PA) in all PAH groups were statistically significant ( $P < 0.05$ ). There was a positive correlation between the pulmonary arterial pressure and

\* 贵州医科大学 2018 届硕士研究生

\*\* 通信作者 E-mail: hd522523@163.com

网络出版时间: 2018-03-20 网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/52.1164.R.20180320.1721.016.html>

RV ( $r=0.237, 0.338, P=0.000$ ). It was negatively correlated with RVOT and PA ( $r=-0.450, r=-0.515, P=0.000$ ). **Conclusion:** The level of plasma BNP and SUA can be used for the diagnosis and evaluation of children with PAH. The increase of SUA secretion may be related to the enlargement of right atrium and the increase of right ventricular tension.

[**Key words**] children; congenital heart disease; pulmonary arterial hypertension; plasma brain natriuretic peptide; blood uric acid; cardiac color Doppler ultrasound

肺动脉高压(pulmonary hypertension, PH)是一类以肺血管阻力进行性增高为主要特点的肺血管疾病,儿科最常见的 PH 主要为动脉性 PH (PAH);在我国,最常见 PAH 病因为先天性心脏病(congenital heart disease, CHD)、肺部疾病和(或)缺氧。儿童并发 PH 后不仅手术风险大,甚至可能失去手术机会,所以对儿童常规进行 PH 筛查并评估病情具有重要意义。目前临床上仍以右心导管(right heart catheter, RHC)作为测量肺循环血流动力学的“金标准”<sup>[1-3]</sup>,但这种检查有创伤且费用较高,在临床筛查中不易开展,临床工作中急需简易且无创检查手段来检测儿童 PH,目前临床上常用超声心动图来对 PH 进行初步诊断。有研究认为可用血浆脑钠肽(brain natriuretic peptide, BNP)及血尿酸(serum uric acid, SUA)水平作为评估儿童 PH 的实验室指标,本研究通过分析 PH 患儿血浆 BNP、SUA 和心脏彩超检查结果,评估血浆 BNP、SUA 水平在儿童 PH 的诊断、病情评估方面的临床价值,同时探讨 SUA 与心脏血流动力学的关系。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象与分组

选择 2014 年 1 月~2017 年 8 月儿科患儿 344 例,均完善心脏彩超和血浆 BNP、SUA 检测,均未行手术治疗,年龄  $>28\text{ d}$   $<15$  岁。344 例患儿根据疾病构成不同分为 CHD 并 PH 肺炎(A 组,51 例)、CHD 并肺炎(B 组,36 例)、肺炎组(C 组,39 例,心脏超声筛查除外 PH)、CHD 并 PH(D 组,218 例),测定各组患儿血浆 BNP 和 SUA;344 例患儿中有 PH 患儿 269 例(A 和 D 组全部患儿),根据目前国际推荐超声心动图拟诊 HP 的肺动脉收缩压的标准将 PH 患儿分为轻度 PH 12 例(肺动脉压  $30\sim40\text{ mmHg}$ ,轻度 PH 组)、中度 PH 141 例(肺动脉压为  $40\sim70\text{ mmHg}$ ,中度 PH 组)和重度 PH 116 例(肺动脉压  $>70\text{ mmHg}$ ,重度 PH 组),比较各组患儿 SUA 与心脏彩超指标间的相关性(血浆 BNP 水

平反映了右心室功能不全的严重程度,是评估 PH 患者右心功能不全的重要无创方法并已获得公认;血浆 SUA 对评价 PH 价值仍存在争议)。研究对象排除标准:(1)原发性肺动脉高压、严重心肌炎、心肌病、室间隔瘤和房间隔瘤等器质性心脏病;(2)高血压、甲状腺功能亢进症;(3)年龄  $<28\text{ d}$  或  $>15$  岁。

### 1.2 血浆 BNP、SUA 检测

患儿空腹,禁食、禁水  $8\sim10\text{ h}$ ,在不吸氧、静息状态  $30\text{ min}$ ,抽取静脉血,采用生化分析仪(Beckman Coulter AU5400 型)测定血浆 BNP 和 SUA,BNP 正常值范围为  $0.0\sim100.0\text{ ng/L}$ ,SUA 正常值范围为  $208.3\sim428.4\text{ }\mu\text{mol/L}$ 。

### 1.3 心脏彩超检查

采用 GELOGIQ-7 彩色超多普勒仪检测心脏相关指标:右室内径(RV)、右室流出道(RVOT)、射血分数(EF%)、肺动脉内径(PA)、肺动脉瓣口流速(PV)和缩短分数(FS%),患者取左侧卧位或平卧位;在患者自然屏气时,快速采集三尖瓣反流频谱及肺动脉瓣反流频谱,所有数值测量 3 次取平均值,根据简化的柏努利方程,通过三尖瓣收缩期反流峰值速度( $V_{\text{max}}$ )估测肺动脉收缩压( $\text{PASP}=4V_{\text{max}}^2+\text{右心房压}$ )。

### 1.4 统计学方法

采用 SPSS 20.0 进行数据分析,符合正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示,非正态分布采用中位数( $M$ )及四分位数间距( $P_{25}-P_{75}$ )表示,计数资料使用率表示。不同组间差异比较使用卡方( $\chi^2$ )检验;多组间的比较采用方差分析,方差分析有意义,进一步使用 SNK 或 Dunnett  $t$  检验进行两两比较;多组间的差异比较使用秩和检验,变量间关联分析使用 Pearson 或者 Spearman 相关分析, $P<0.05$  为差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 性别和年龄构成

A、B、C、D 各组患儿的性别比例、年龄构成比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),见表 1。

表 1 4 组患儿的性别比例和年龄构成( $\bar{x} \pm s$ )

Tab. 1 Gender ratio and age composition  
in 4 groups of children

组别	<i>n</i> (男/女)	年龄(月)
A 组	51(34/17)	48.61 ± 21.51
B 组	36(25/11)	45.33 ± 19.27
C 组	39(22/17)	50.27 ± 20.04
D 组	218(144/74)	54.73 ± 18.29

2.2 血浆 SUA、BNP

B、C 两组患儿血浆 SUA 低于 A、D 两组,B、C 两组患儿血浆 BNP 低于 A 组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 2。

表 2 4 组患儿血浆 SUA 和 BNP 水平

Tab. 2 Expression of plasma SUA and BNP  
levels of children in the 4 groups

组别	<i>n</i>	SUA(μmol/L)	BNP(ng/L)
A 组	51	361.00(271.00 ~ 429.00)	386.91 ± 29.64
B 组	36	247.50(181.75 ~ 354.75) <sup>(1)</sup>	207.97 ± 23.92 <sup>(1)</sup>
C 组	39	241.00(201.00 ~ 290.00) <sup>(1)</sup>	202.88 ± 26.47 <sup>(1)</sup>
D 组	218	353.50(298.00 ~ 434.25) <sup>(2)(3)</sup>	—
<i>H/F</i>		38.882	15.396
<i>P</i>		0.000	0.000

注:为“—”未做,<sup>(1)</sup>与 A 组比较, $P < 0.05$ ;<sup>(2)</sup>与 B 组比较, $P < 0.05$ ;<sup>(3)</sup>与 C 组比较, $P < 0.05$

表 3 不同 PH 组患儿血浆 SUA 水平与超声心动图指标比较

Tab. 3 Comparison of plasma SUA levels and echocardiographic indexes of children in different PAH groups

指标	PH			<i>F/H</i>	<i>P</i>
	轻度( <i>n</i> = 12)	中度( <i>n</i> = 141)	重度( <i>n</i> = 116)		
男性( <i>n</i> ,%)	4(26.70)	76(48.40)	67(51.50)	3.339	0.188
月龄(月)	120.00(10.00 ~ 129.00)	17.00(12.00 ~ 33.50)	44.00(6.00 ~ 72.00)	3.535	0.171
SUA(μmol/L)	232.83 ± 61.72	347.94 ± 98.60 <sup>(1)</sup>	392.75 ± 108.17 <sup>(1)(2)</sup>	16.339	0.000
RV(mm)	10.10(8.10 ~ 11.50)	14.50(11.00 ~ 20.85) <sup>(1)</sup>	19.85(13.00 ~ 32.15) <sup>(1)(2)</sup>	20.971	0.000
RVOT(mm)	25.40(22.00 ~ 28.00)	17.70(14.70 ~ 22.20) <sup>(1)</sup>	14.45(11.10 ~ 16.92) <sup>(1)(2)</sup>	32.538	0.000
EF%	68.00(61.00 ~ 71.00)	68.00(61.00 ~ 71.00)	68.00(63.00 ~ 72.00)	0.956	0.620
PA(mm)	23.60(21.80 ~ 27.90)	16.50(13.60 ~ 19.20) <sup>(1)</sup>	12.60(8.70 ~ 15.32) <sup>(1)(2)</sup>	55.590	0.000
PV(m/s)	1.49(1.16 ~ 1.70)	1.42(1.18 ~ 1.72)	1.41(1.04 ~ 1.75)	0.184	0.912
FS%	35.20 ± 8.88	36.35 ± 5.43	37.05 ± 5.29	1.060	0.348

<sup>(1)</sup>与轻度 PH 组相比, $P < 0.05$ ;<sup>(2)</sup>与中度组相比, $P < 0.05$

表 4 肺动脉高压值与 SUA、RV、RVOT 及 PA 的相关性分析

Tab. 4 Correlation between pulmonary arterial hypertension and SUA, RV, RVOT, PA

指标	肺高血压值	
	<i>r</i>	<i>P</i>
SUA	0.237	0.000
RV	0.338	0.000
RVOT	-0.450	0.000
PA	-0.515	0.000

2.3 血浆 SUA 与肺动脉高压值的相关性

SUA 水平依次为轻度组 < 中度组 < 重度组,见表 3。肺动脉高压值和 PH 患儿血浆 SUA 水平呈正相关( $r = 0.237, P < 0.05$ ),见表 4。国内外相关研究均有报道,肺动脉高压与血浆 BNP 浓度成显著正相关,BNP 能独立预测肺动脉高压;而且在临床上 BNP 已作为肺动脉高压常规筛查的指标。故本研究中未进行 BNP 与肺动脉高压的相关性分析。

2.4 超声心动图指标与肺动脉高压值的相关性

各 PH 组间 RV、RVOT、PA 比较,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );RV 值表现为轻度组 < 中度组 < 重度组,RVOT 值为轻度组 > 中度组 > 重度组,PA 值为轻度组 > 中度组 > 重度组,见表 3;进一步相关性分析结果显示,肺动脉高压值与 SUA 和 RV 呈正相关( $r = 0.237、0.338, P < 0.05$ ),与 RVOT 和 PA 呈负相关( $r = -0.450、-0.515, P < 0.05$ ),见表 4。

3 讨论

左向右分流型 CHD 往往易并发 PH,如果早期未及时治疗干预,随着年龄的增大,肺血管病变逐

步进展,出现双向分流至右向左分流即艾森曼格综合征,手术治疗的难度增大,甚至可能失去根治性手术的时机,所以早期发现 PH-CHD 对把握手术时机、改善预后至关重要。根据 2015 年 ESC/ERS《肺动脉高压诊断和治疗指南》,肺动脉高压是指肺动脉压力(PAP)超过一定界值的一种血流动力学异常状态<sup>[2-3]</sup>。有证据表明,静息状态下成年人正常平均 PH(mPAP)为(14 ± 3)mmHg(1 mmHg = 0.133 kPa),上限值为 20 mmHg,PH 定义为静息状

态下经右心导管检查测得  $mPAP \geq 25$  mmHg。RHC 可以最直接、最准确地测定 PAP 的变化,为 PH 的诊断、分级及预后提供可靠依据,RHC 可作为确诊 PH 的金标准<sup>[1]</sup>;但关于其检测过程中麻醉类型是否对其测量值有影响仍存在争议,且儿科患者存在穿刺困难,RHC 难以作为常规检查手段,因此无创检查手段仍是诊断、评估 PH 患者病情不可或缺的重要手段。

2015 年 ESC 新版指南对推荐心脏彩超作为 PH 一线非侵入性筛查手段,以排查可疑 PH(I, C 级推荐)<sup>[4]</sup>,心脏彩超一直是很多医院认可的常规筛查手段,但其对小年龄、低体重、血流动力学不稳定患者的检查风险大,可能发生 PH 危象等严重并发症,因此探索无创检查方法对 PH 诊治也成为研究的热点之一。大量文献报道,血浆 BNP、SUA 是评估和监测 PH 患者右心室功能不全的重要无创方法。SUA 是体内嘌呤代谢的终产物,主要在肝脏产生,主要经肾脏排泄<sup>[5]</sup>,是缺血的周围组织氧化代谢受损的指标<sup>[6]</sup>,早期研究发现 SUA 与心血管等疾病等具有明显相关性<sup>[7]</sup>,越来越多的研究显示累及右心室的疾病中,血浆 BNP 水平也会增高,尤其是在 PH 患者中监测慢性 PH 导致的右心衰竭意义重大,BNP 水平反映了右心室功能不全的严重程度,是评估 PH 患者右心功能不全的重要无创方法<sup>[8]</sup>。本研究结果显示合并有 PH 的患儿血浆中 SUA 高于非肺高压组;A 组为肺部疾病和(或)缺氧所 PH,但 A、D 两组间比较无明显差异,可能是因为肺炎合并 PH 持续时间短,治疗可完全恢复,不一定出现左心收缩功能障碍或肺动脉内径增宽。PH 患儿血浆 SUA 升高的机制可能是炎症波及支气管动脉和附近肺动脉分支,使支气管动脉呈不同程度收缩、痉挛、增厚,引起肺循环阻力增高,导致 PH。本研究显示 SUA 与肺高压严重程度呈显著正相关,其原因考虑与肺实质各部分灌注不均匀有关,低灌注区域组织内细胞因低氧激活了黄嘌呤氧化酶,腺嘌呤核苷酸降解为次黄嘌呤和黄嘌呤,尿酸增加;另一方面右房压和右室壁张力增高,右心室释放尿酸增多,这与邵素风等<sup>[10]</sup>、Van Albalda ME 等<sup>[9]</sup>观察到 SUA 浓度与肺动脉平均压呈正相关的结果一致,提示 SUA 可被用来作为监测儿童 PH 治疗效果及预测死亡率的重要指标。本研究结果还显示,在 PH 患儿中 BNP 水平高于非 PH 患儿,可能是 BNP 主要储存在心室内,其分泌量亦随心室充盈压的高低而变化。当心室壁张力增

加时 BNP 分泌增加,且其增加的程度与心衰的严重程度呈正相关<sup>[11]</sup>。肺动脉压力增高可导致右心室后负荷增加,甚至导致右心室功能不全,均可导致 BNP 增高。有研究发现,BNP 和肺动脉平均压、右房压及肺血管阻力,尤其是肺动脉收缩压呈正相关<sup>[12-13]</sup>。侯哲等<sup>[14]</sup>采用超声检测肺动脉收缩压时发现,CHD 患者血浆 BNP 随着肺动脉压升高而明显升高,两者之间有相关性,认为 BNP 可作为 CHD 肺动脉高压的一个客观评价指标,这与本研究结论一致。目前,临床上最常用的超声心动图指标进行对比,得出 SUA、RV 与 PH 成显著正相关,提示肺高压越高,SUA 值越高,RV 值越大,这可能为右室内径增宽,右室壁张力增高,引起 SUA 分泌增加。而 RVOT、PA 与 PH 成显著负相关,提示随肺高压增大,右室流出道狭窄、肺动脉内径减小,导致右房、右室压力增高,引起 SUA 增高。

综上,血浆 BNP、SUA 对 PH 诊断、病情评估有很好的临床参考价值,同时也反映右房增大、右室张力增加可引起 SUA 分泌增加,由于其具有操作方便简单、安全、可靠及可重复性强等优势,血浆 BNP、SUA 监测可以作为 RHC 检查的有力补充,甚至在不具备 RHC 检查条件的医院可以通过上述检查初步诊断、评估 PH 的病情。但由于本次 PH 样本量偏少,如能增加研究样本量(特别是轻度 PH 组),可进一步减少随机误差;同时未能够充分观察 PH 病例血流动力学参数与无创检查相关参数之间变化的规律,需要适当增加观察期继续研究随访。

## 4 参考文献

- [1] 朱晨曦,刘双,杨京华,等.肺动脉高压血浆脑钠肽及血尿酸水平与血流动力学变化的相关性研究[J].心肺血管病杂志,2015,34(5):376-379.
- [2] GALIE N,HUMBERT M,VACHIER J,et al.2015 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension[J].Eur Respir J,2015,46(4):903-975.
- [3] 谢万木,黄可,张泽宇,等.ESC/ERS《肺动脉高压诊断和治疗指南》解读之定义与分类[J].中华医学杂志,2016,96(10):827-829.
- [4] 欧洲心脏病学会(ESC)2015 指南:肺动脉高压诊疗要点[J].实用心脑血管病杂志,2015,23(8):10.
- [5] 邹丽娥,黄桂琼,陈乃泽.慢性肾功能不全患者血清同型半胱氨酸与血尿酸的相关性[J].贵州医科大学学报,2017,42(11):1318-1320,1348.

(下转第 328 页)

- [9] 刘永兰, 赵喜荣, 李燕. 高脂血症的危害及其预防对策[J]. 中国医学创新, 2012(26):150-151.
  - [10] 张森, 彭年春, 张巧, 等. 贵阳市成人血脂异常的特点[J]. 中国糖尿病杂志, 2012, 20(6):418-420.
  - [11] 孙威风. 甘肃省成人血脂异常流行病学调查[D]. 兰州大学, 2016.
  - [12] GUH D P, WEI Z, BANSBACK N, et al. The incidence of co-morbidities related to obesity and overweight: A systematic review and meta-analysis [J]. Bmc Public Health, 2009, 9(7):88.
  - [13] 易海维, 马东波, 高红兰, 等. 不同干预方式对中年肥胖患者体重控制效果的研究[J]. 江苏预防医学, 2015, 26(6):54-55.
  - [14] 高晓方. 美新版超重肥胖管理指南解读[J]. 浙江医学, 2014,(2):101-101.
  - [15] TAYLOR A E, EBRAHIM S, BENSHLOMO Y, et al. Comparison of the associations of body mass index and measures of central adiposity and fat mass with coronary heart disease, diabetes, and all-cause mortality: a study using data from 4 UK cohorts[J]. American Journal of Clinical Nutrition, 2010, 91(3):547-56.
  - [16] 肖显超, 刘玉佳, 王刚, 等. 比较不同肥胖评价指标对脂代谢异常的预测能力[J]. 诊断学理论与实践, 2016,15(4):360-363.
  - [17] 黄金, 杨泽, 冯洁, 等. 广西南宁中老年女性腹型肥胖的心血管相关危险因素分析[J]. 中国心血管杂志, 2012, 17(4):256-259.
  - [18] KANAYA A M, HARRIS T, GOODPASTER B H, et al. Adipocytokines attenuate the association between visceral adiposity and diabetes in older adults[J]. Diabetes Care, 2004, 27(6):1375-1380.
  - [19] SAIJO Y, KIYOTA N, KAWASAKI Y, et al. Relationship between Creactive protein and visceral adipose tissue in healthy Japanese subjects [J]. Diabetes Obes Metab, 2004,6(4):249-258.
  - [20] 曾强, 孙晓楠, 吴红梅, 等. 生物电阻抗技术分析人体脂肪成分与心血管病危险因素的相关性[J]. 中国组织工程研究, 2008, 12(13):2473-2476.
  - [21] MULE G, CALCATERRA I, NARDI E, et al. Metabolic syndrome in hypertensive patients: An unholy alliance [J]. World Journal of Cardiology, 2014, 6(9):890-907.
  - [22] 洪鑫芳, 贺媛, 李红, 等. 成人体重指数、腰围与血脂异常的相关性研究[J]. 实用预防医学, 2015, 22(3):277-279.
  - [23] CONG L, ZHAN J Q, YANG L, et al. Overweight and obesity among low-income Muslim Uyghur women in far western China: correlations of body mass index with blood lipids and implications in preventive public health [J]. Plos One, 2014, 9(2):e90262.
- (2017-12-31 收稿, 2018-02-25 修回)  
中文编辑: 周 凌; 英文编辑: 丁廷森

(上接第 323 页)

- [6] 李震南, 何建国, 柳志红, 等. 血尿酸水平与特发性肺动脉高压病情和预后的关系[J]. 中华医学杂志, 2012, 92(46):3261-3264.
  - [7] 张真路. BNP 和 NT-proBNP 结果判断一定要结合临床背景[J]. 中华检验医学杂志, 2012,35(38):874-877.
  - [8] 韦丙奇, 张健, 杨跃进, 等. 不同病因心力衰竭患者血浆 N 末端 B 型利钠肽原水平及影响因素分析[J]. 中华医学杂志, 2011,91(38):2683-2687.
  - [9] VAN ALBADA M E, LOOT F G, et al. Biological serum markers in the management of pediatric pulmonary arterial hypertension[J]. Pediatr Res, 2008,63(3):321-327.
  - [10] 素风, 曾刚. 肺动脉高压与高尿酸血症分析[J]. 青海医药杂志, 2002,32(3)1-2.
  - [11] YAMANOUCI S, KUDO D, ENDO T, et al. Blood N-terminal pro BNP as a potential indicator of cardiac preload in patients with high volumeload[J]. Tohoku J Exp Med, 2010,221(3):175-180.
  - [12] ROGERIO S, CARLOS J, JULIO C F, et al. NT-pro BNP as a tool to stratify disease severity in pulmonary arterial hypertension[J]. Respir Med, 2007, 101(1):69-75.
  - [13] KOSAKU G, M D, MASASHI, et al. Utility of Echocardiography Versus BNP Level for the Prediction of Pulmonary Arterial Pressure in Patients With Pulmonary Arterial Hypertension[J]. Int Heart J september, 2010,51(5):343-347.
  - [14] 侯哲. 先天性心脏病患儿血浆 NT-pro BNP 与肺动脉压的关系[J]. 中原医刊, 2007,34(19)4-5.
- (2018-01-15 收稿, 2018-03-02 修回)  
中文编辑: 文箬颖; 英文编辑: 丁廷森