❖心脏、血管影像学

Evaluation of physiological changes of neonatal pulmonary artery pressure within 72 hours after birth by echocardiography

KANG Chunmiao[1], LIU Yunyao[2], GAO Ningning[2], HUANG Xiaoxin[3], ZHAO Huayun[3], ZHOU Yinghua[3], LIU Baomin[2*]

(1. Department of Ultrasound, Shaanxi Provincial People's Hospital, Xi'an 710068, China; 2. Department of Ultrasound, the Second Affiliated Hospital of Xi'an Jiao Tong University, Xi'an 710004, China; 3. Department of Ultrasound, Xi'an Gaoxin Hospital, Xi'an 710000, China)

[**Abstract**] **Objective** To evaluate the physiological changes of pulmonary artery pressure within 72 hours after birth by echocardiography. **Methods** A total of 76 normal newborns were enrolled. Echocardiography was performed at 2, 6, 12, 24, 48, and 72 hours after birth, respectively. The blood pressures of the brachial artery were measured at each time point after ultrasound examination. The pulmonary artery systolic pressure (PASP) and pulmonary artery diastolic pressure (PADP) were evaluated by great blood vessel pressure gradient method, and the mean pulmonary artery pressure (PAMP) were calculated. The upper 95% limit of PASP after birth at each time point were determined. **Results** The physiological closure of arterial duct occurred successively from 24 h after birth. There were 72 newborns with closed duct and 4 newborns with unclosed duct until 72 h after birth. In all of 76 newborns, bidirectional shunts were found at 2 h after birth, and the unidirectional left to right shunts were found after 24 h. With the increasing of neonatal day-age, pulmonary artery pressure decreased gradually. The differences of PASP, PADP and PAMP among each time points had statistical significance (all $P<0.05$). The upper 95% limit of PASP in newborns of different time period was 88.52 mmHg within 2 h, 80.70 mmHg within 6 h, 67.38 mmHg within 12 h, 57.25 mmHg within 24 h, 49.20 mmHg within 48 h and 43.15 mmHg within 72 h after birth, respectively. **Conclusion** Normal newborns pulmonary artery pressure decline gradually after birth. And the pressure of 72 h after birth is still higher than that of normal adults (PASP<30 mmHg).

[**Key words**] Infant, newborn; Pulmonary artery pressure; Echocardiography

DOI: 10.13929/j.1003-3289.2016.10.011

超声心动图评估新生儿出生 72 h 内肺动脉压力生理性变化

亢春苗[1], 刘运垚[2], 高宁宁[2], 黄晓新[3], 赵华云[3], 周英华[3], 刘保民[2*]

(1. 陕西省人民医院超声科, 陕西 西安　710068; 2. 西安交通大学第二附属医院超声科, 陕西 西安　710004; 3. 西安高新医院超声科, 陕西 西安　710000)

[**摘　要**] **目的**　采用超声心动图评估新生儿出生后 72 h 内肺动脉压力的生理性变化。**方法**　对 76 名正常新生儿分别于出生后 2、6、12、24、48、72 h 进行超声心动图检查，并于各时间点超声检查后测量新生儿上肢肱动脉血压。采用大血管压差法估测肺动脉收缩压(PASP)、肺动脉舒张压(PADP)，计算平均肺动脉压(PAMP)，并确定其出生后各时间点 PASP 的 95%参考值范围上限。**结果**　出生 24 h 后，76 名新生儿开始出现动脉导管生理性闭合，至 72 h 时 72 名闭合，4 名未

[**第一作者**] 亢春苗(1984—)，女，陕西宝鸡人，硕士，主治医师。研究方向：心血管超声诊断。E-mail: 1442079113@qq.com

[**通信作者**] 刘保民，西安交通大学第二附属医院超声科，710004。E-mail: dr.liubm@163.com

[**收稿日期**] 2016-01-08　[**修回日期**] 2016-08-24

闭。出生后 2 h 动脉导管内均为双向分流;24 h 后均为单纯左向右分流。新生儿出生后随时间延长,肺动脉压力逐渐降低,各时间点 PASP、PADP、PAMP 差异均有统计学意义($P<0.05$)。各时间点 PASP 的 95%参考值范围上限分别为:出生后 2 h 88.52 mmHg,6 h 80.70 mmHg,12 h 67.38 mmHg,24 h 57.25 mmHg,48 h 49.20 mmHg,72 h 43.15 mmHg。**结论** 正常新生儿出生后肺动脉压力呈进行性下降趋势,72 h 仍超出成人正常水平(PASP<30 mmHg)。

[**关键词**] 婴儿,新生;肺动脉压;超声心动描记术

[**中图分类号**] R722.1;R540.45 [**文献标识码**] A [**文章编号**] 1003-3289(2016)10-1514-04

胎儿时期,由于肺脏内被液体所充填,处于压缩状态,肺血管阻力(pulmonary vascular resistance, PVR)较高,右心室输出的血液大部分通过动脉导管流入降主动脉。新生儿出生后,肺脏通气扩张,肺血流量增加,加之肺泡表面活性物质分泌增加,使得 PVR 持续性下降。如果出生后循环转换失败,不能顺利实现 PVR 的持续下降,可引起新生儿肺动脉高压,严重者可导致新生儿持续性肺动脉高压(persistent pulmonary hypertension of newborn, PPHN)。但目前关于新生儿肺动脉高压的诊断临床尚无统一标准,多数仍延用成人标准(即 PASP≥30 mmHg)[1-3]。右心导管法是测定肺动脉压力的金标准,但因其有创,不宜在新生儿中开展。超声心动图及多普勒技术评估肺动脉压与右心导管法具有良好的相关性,且已广泛应用于临床。本研究对 76 名正常足月新生儿行超声心动图检查,采用大血管压差法估测新生儿出生后 72 h 内肺动脉压力的生理变化情况。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2015 年 2 月—3 月出生的正常新生儿 76 名,其中男 35 名,女 41 名,出生时胎龄 37.0～41.9 周,平均(39.6±1.0)周,出生体质量 2 500～4 000 g,平均(3 406.6±387.8)g;顺产 46 名,剖宫产 30 名。纳入标准:①产妇孕期健康,无高血压、糖尿病、甲状腺功能亢进、甲减、自身免疫性疾病等;②妊娠期间胎龄 37～42 周;③新生儿出生体质量 2 500～4 000 g。排除标准:①围生期窒息或缺氧(Apgar 评分<7 分);②经超声心动图检查发现心脏结构异常;③新生儿患有全身性疾病,如黄疸、败血症等。本研究经医学伦理委员会批准,并经受试对象监护人知情同意。

1.2 超声心动图检查 采用迈瑞 M7series 便携彩色多普勒超声诊断仪,P7-3s 探头,频率 3～7 MHz。超声检查均由同 1 名医师完成。先行常规扫查,排除心脏结构异常,而后于胸骨旁大血管短轴切面观察连接肺动脉与降主动脉的动脉导管,测量其内径,记录血流分流方向、速度及压差,共测量 3 个心动周期,取平均值。对所有新生儿均于出生后 2、6、12、24、48、72 h 进行动态监测,直至彩色多普勒超声均未发现动脉导管内有血流分流。

1.3 肱动脉血压测量 采用 CONTEC08A 电子血压计(配新生儿袖带),于每次超声心动图检查完毕后随即测量新生儿上肢肱动脉血压,连续测量 3 次,取平均值。

1.4 肺动脉压力评估 参照大血管压差法[4-5],对肺动脉压力进行估测。在无左心室流出道及主动脉狭窄的情况下,肱动脉收缩压(brachial artery systolic blood pressure, BASP)即可代表主动脉收缩压(aortic systolic blood pressure, AOSP),肱动脉舒张压(brachial artery diastolic blood pressure, BADP)可代表主动脉舒张压(aortic diastolic blood pressure, AODP)。当超声多普勒显示动脉导管内为双向分流时,肺动脉收缩压(pulmonary artery systolic pressure, PASP)=BASP+$4V_1^2$,其中 V_1 为动脉导管处右向左最大分流速度,肺动脉舒张压(pulmonary artery diastolic pressure, PADP)=BADP−$4V_2^2$,其中 V_2 为动脉导管舒张末期左向右分流速度;当动脉导管内为单纯左向右分流时,PASP=BASP−$4V_3^2$,其中 V_3 为动脉导管处左向右最大分流速度,PADP=BADP−$4V_2^2$(图 1、2)。平均肺动脉压(mean pulmonary artery pressure, PAMP)=PADP+(PASP−PADP)/3。

1.5 可重复性研究 随机抽取 30 名新生儿,2 周后由原测量者再次测量 PASP、PADP、PAMP,进行测量者内重复性检验。计算测量者内的变异性,以两次测值之差的绝对值占两次测值均数的百分比表示。

1.6 统计学分析 采用 SPSS 18.0 统计分析软件。计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,各时间点 PASP、PADP、PAMP 的比较采用单因素方差分析,两两比较采用 LSD 法。$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 动脉导管多普勒超声表现 76 名新生儿出生 24 h后陆续开始出现动脉导管生理性闭合;29 名于 24 h闭合,47 名未闭;59 名于 48 h 闭合,17 名未闭;72 名于 72 h 闭合,4 名未闭。出生后 2 h 动脉导管内均为双向分流;出生后 6 h,42 名为双向分流,34 名为单纯左向右分流;出生后 12 h,9 名双向分流,余 67 名均

为单纯左向右分流;出生 24 h 后均为单纯左向右分流(表 1),其中 5 名动脉导管仅有极少量或短暂的分流,2 名于出生后 24 h 探及,3 名于出生后 48 h 探及。

表 1　新生儿出生后 72 h 内各时间点动脉导管血流分流方向[名(%)]

时间(h)	双向分流	单纯左向右分流
2(n=76)	76(100)	0
6(n=76)	42(55.26)	34(44.74)
12(n=76)	9(11.84)	67(88.16)
24(n=47)	0	45(95.74)
48(n=17)	0	14(82.35)
72(n=4)	0	4(100)

2.2　肺动脉压力　新生儿出生后各时间点 PASP、PADP、PAMP 差异均有统计学意义(P 均<0.01),两两比较差异均有统计学意义(P 均<0.05),见表 2;随出生时间延长,PASP、PADP、PAMP 逐渐降低(图 3)。76 名新生儿各时间点 PASP 的 95%参考值范围上限分别为:出生后 2 h 88.52 mmHg,6 h 80.70 mmHg,12 h 67.38 mmHg,24 h 57.25 mmHg,48 h 49.20 mmHg,72 h 43.15 mmHg。

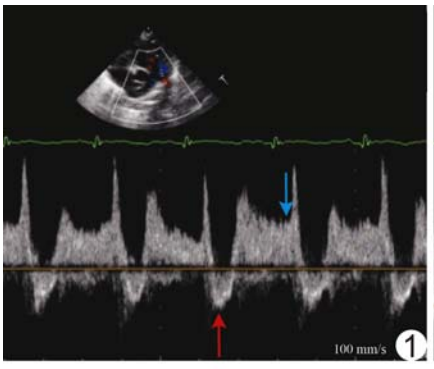
表 2　新生儿出生后 72 h 内各时间点肺动脉压力(mmHg,$\bar{x}\pm s$)

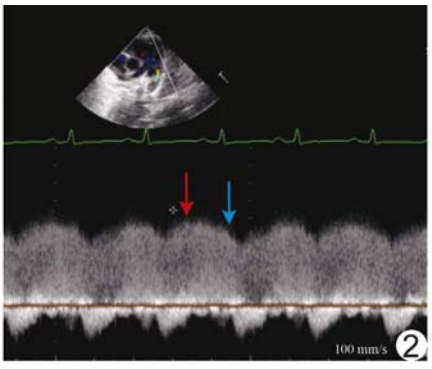
时间(h)	PASP	PADP	PAMP
2(n=76)	76.58±7.28	37.88±5.56	50.78±5.29
6(n=76)	65.53±9.25	29.93±7.91	41.80±7.32
12(n=76)	52.51±9.07	23.43±7.37	33.13±7.00
24(n=45)	44.06±8.04	20.07±8.17	28.16±7.07
48(n=14)	38.79±6.35	15.38±4.56	23.15±4.48
72(n=4)	35.00±4.97	12.00±2.45	20.33±2.92
P 值	<0.01	<0.01	<0.01

2.3　重复性分析　新生儿 PASP、PADP、PAMP 的测量者内变异性分别为 7.62%、8.46%、7.93%。

3　讨论

3.1　正常新生儿出生后动脉导管血流频谱变化　动脉导管的血流方向取决于体、肺循环的压力阶差,而胎儿时期肺循环压力一般高于体循环压力约 5 mmHg[6]。胎儿时期,右心室输出血量的近 90%均绕过肺部,通过动脉导管进入体循环,即右向左分流。出生后,肺脏扩张,肺液被清除,肺血管阻力迅速下降,使得右心室输出的血量大部分通过肺动脉进入肺脏,之后动脉导管关闭,使体、肺循环分离[7]。在动脉导管还未关闭,而肺动脉压力减小低于主动脉压力时,血液可从体循环通过动脉导管流入肺循环,即左向右分流。Crossley 等[7]通过对胎羊的研究发现,在胎儿时期,平均肺动脉压高于主动脉压,整个心动周期动脉导管内的血流均为右向左分流,即从肺动脉流入降主动脉,出生后约 3 min,肺脏扩张,肺血管阻力迅速下降,动脉导管内血流方向改变,除收缩期短暂的右向左分流外,大部分血流方向均为左向右。Van Vonderen 等[8]的研究也获得相似结论。本研究对 76 名正常新生儿在出生后 72 h 内选取 6 个时间点进行超声心动图检查,发现 2 h 全部新生儿动脉导管均为双向分流(76/76,100%),6 h 有 55.26%(42/76)为双向分流,12 h 有 11.84%(9/76)为双向分流,其余均为左向右分流,24 h 后全部新生儿均为左向右分流;提示新生儿出生后 2 h 的 PASP 仍保持胎内特点,而后逐渐减低,与既往[5,9]研究结果相似。Skinner 等[9]收集 34 名足月新生儿进行分析,发现出生后 0～12 h 有 56%的动脉导管为双向分流,3～36 h 时 3%为双向分流,37～72 h 则全部为左向





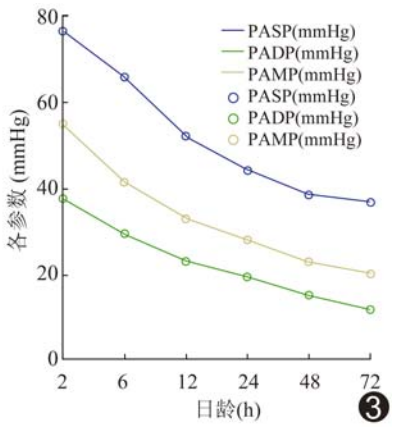


图 1　新生儿动脉导管双向分流多普勒声像图　红箭示收缩期右向左最大分流流速,用于估测 PASP,蓝箭示舒张末期分流流速,用于估测 PADP　**图 2**　新生儿动脉导管单纯左向右分流多普勒声像图　红箭示左向右最大分流流速,用于估测 PASP,蓝箭示舒张末期分流流速,用于估测 PADP　**图 3**　新生儿出生后 72 h 内随时间延长,PASP、PAMP、PADP 逐渐下降

右分流。而 Hu 等[5]对 296 名正常新生儿的研究发现,0～6 h 有 98%的动脉导管是双向分流,6～10 h 时 26%为双向分流,10～24 h 时 3%为双向分流。

3.2 正常新生儿出生后肺动脉压力变化 本研究发现,新生儿出生后随着时间延长,肺动脉压力逐渐下降,至 72 h[PASP(37±4.97mmHg)]仍超出成人正常水平(PASP<30 mmHg)。此外,本研究通过动脉导管法估测新生儿出生后 2、6、12、24、48、72 h PASP 的 95%参考值范围上限分别为 88.52、80.70、67.38、57.25、49.20、43.15 mmHg。Hu 等[5]通过三尖瓣反流法对 200 名出生 32 min～14 天的健康足月新生儿进行 PASP 估测,结果显示出生后 6 h、0～1 天、>1～3 天、>3～7 天、>7～14 天 PASP 的 95%参考值范围上限分别 75.30、57.12、46.51、40.97、39.14 mmHg。Hu 等[5]对出生后 14 天内 200 名不同新生儿进行研究,而本研究对 76 名新生儿 72 h 内同一新生儿不同时间点进行研究,结果基本一致。另有研究[10]通过三尖瓣反流法对 51 名出生 4 天内的新生儿估测 PASP,发现出生后 4 天 PASP<30 mmHg。Aldudak 等[11]研究报道,PASP 在出生后 5 天<24.9 mmHg。莫泽来等[12]研究发现,正常足月儿出生后 2 h 的 PASP 为(38.8±5.2)mmHg,如以成人标准 PASP>30 mmHg 诊断肺动脉高压则明显偏低。张伟利等[13]通过改良的肺动脉/主动脉血流时间间期比(ratio of pulmonary to aortic flow time intervals, FPA/FAO)估测 25 名正常足月儿 PASP,同时监测 BASP,计算 PASP 为 12～49 mmHg,认为在新生儿出生后最初 2 天内不适宜采用 PASP>30 mmHg 作为肺动脉高压的诊断标准。本研究结果显示,新生儿出生后 72 h 的 PASP 仍维持在 40 mmHg 左右的较高水平。提示新生儿肺动脉高压的诊断标准应高于成人,关于新生儿肺动脉压力何时能降低至正常成人水平,有待今后进一步研究。

[参考文献]

[1] 李骁,秦崁,王辉等.超声心动图对新生儿肺动脉高压的诊断价值及疗效评价.中华全科医学,2012,10(6):950-952.

[2] 刘蓉,邓又斌,杨好意等.组织多普勒 Tei 指数评价新生儿持续性肺动脉高压的右室功能.中国医学影像技术.2006,22(11):1685-1687.

[3] 杜薇,王洪,刘健伟.超声心动图评价窒息儿和早产儿肺动脉压力.中国临床医学影像杂志,2012,23(12):899-900.

[4] Musewe NN, Poppe D, Smallhorn JF, et al. Doppler echocardiographic measurement of pulmonary artery pressure from ductal doppler velocities in the newborn. J Am Coll Cardiol, 1990,15(2):446-456.

[5] Hu Q, Ren WD, Mao J, et al. Changes in pulmonary artery pressure during early transitional circulation in healthy full-term newborns. Ultrasonics, 2015,56:524-529.

[6] Hooper SB. Role of luminal volume changes in the increase in pulmonary blood flow at birth in sheep. Exp Phydiol, 1998,83(6):833-842.

[7] Crossley KJ, Allison BJ, Polglase GR et al. Dynamic changes in the direction of blood flow through the ductus arteriosus at birth. J Physiol, 2009,587(19):4695-4703.

[8] Van Vonderen JJ, te Pas AB, Kolster-Bijdevaate C, et al. Non-invasive measurements of ductus arteriosus flow directly after birth. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed, 2014,99(5):408-412.

[9] Skinner JR, Boys RJ, Hunter S, et al. Non-invasive assessment of pulmonary arterial pressure in healthy neonates. Arch Dis Child, 1991,66(4):386-390.

[10] Schmitz AJ, Weinzheimer HR, Fahnenstich H, et al. Color Doppler echocardiographic evaluation of tricuspid regurgitation and systolic pulmonary artery pressure in the full-term and preterm newborn. Anqiology, 1997,48(8):725-734.

[11] Aldudak B, Kervancioglu M. Effect of mode of delivery on postnatal decline in pulmonary artery pressure. Saudi Med J, 2011,32(6):579-583.

[12] 莫泽来,杨炳昂,符少清.超声多普勒技术评价足月儿和早产儿早期肺动脉压力.临床儿科杂志,2008,26(8):696-723.

[13] 张伟利,谢晓娟,张玉奇,等.多普勒超声测定正常新生儿肺动脉压力.中华超声影像学杂志,2005,14(2):156-157.

消息

据《中文核心期刊要目总览》(2014 年版)编委会通知,《中国医学影像技术》杂志入编《中文核心期刊要目总览》2014 年版(即第七版)临床医学核心期刊。

感谢编委会专家、作者及读者长期以往对杂志的关心、支持和厚爱。