临床研究 文章编号:0253-3626(2011)02-0203-03

房间隔缺损患儿介入封堵术前后心脏储备功能的评估

霍俊明[1],易岂建[1],肖守中[2],谢梅兰[2],肖子夫[2]
(1.重庆医科大学附属儿童医院心脏中心,重庆 400014;2.重庆大学生物工程学院生物医学工程系,重庆 400044)

【摘 要】目的:用基于心力-心音关系的方法和指标对房间隔缺损(Atrial septal defect,ASD)患儿介入术前后心脏储备功能的改变进行初步研究。方法:把实验对象分为单纯 ASD 患儿(n=20)组,ASD 伴肺动脉高压(Pulmonary hypertension,PAH)患儿组(n=20)和对照组(n=20)3 组,采用运动心力监测仪记录前 2 组介入前,介入后 1 d,介入后 6 个月的静息状态下心音图,用同样方法记录对照组心音图,用心脏储备软件测量第一心音幅值(S1)、第二心音幅值(S2)、舒张期(D)和收缩期(S)时限,比较第一心音与第二心音幅值之比(S1/S2),舒张期与收缩期的时限之比(D/S)在各组间的差异。结果:与对照组相比,介入前 ASD 患儿 S1/S2 比值和 D/S 比值均降低,其中 ASD 伴 PAH 组降低更明显;S1/S2 比值、D/S 比值介入后升高,介入后 6 个月升高更明显。结论:ASD 患儿介入前心脏储备功能降低,介入后心脏储备功能增加。

【关键词】ASD;儿童;S1/S2;舒张期/收缩期时限比值;心脏储备
【中国图书分类法分类号】R725.4 【文献标志码】A 【收稿日期】2010-10-18

Analysis of cardiac reserve in children with ASD before and after intervention

HUO Jun-ming, et al
(*Heart Center, Children's Hospital, Chongqing Medical University*)

【Abstract】*Objective*: To investigate cardiac reserve by using a method based on the relation between cardiac contractility and heart sound in children with ASD before and after intervention. *Methods*: Children with ASD (n=20), and ASD with pulmonary hypertension (n = 20), and normal control (n= 20) were enrolled in this study. The phonocardiograms were recorded for each control subject, each patient with ASD and ASD with pulmonary hypertension at rest before the intervention, one day after the intervention, and 6 months after the intervention by using a cardiac contractility monitor. The first heart sound amplitude (S1), the second heart sound amplitude (S2), diastolic (D) and systolic(S) durations were measured with cardiac reserve software. The ratios of S1/S2 and D/S were analysed. *Results*: Compared with the control, the ratios of S1/S2 and D/S were lower in the ASD before intervention, which were the lowest in the ASD with pulmonary hypertension. The ratios of S1/S2 and D/S were increased after intervention, and more significantly increased 6 months after intervention. *Conclusion*: The cardiac reserve in children with ASD decreases before intervention, and increases after intervention.

【Key words】ASD;children;S1/S2;D/S;cardiac reserve

房间隔缺损(Atrial septal defect,ASD)是常见的先天性心脏病之一,在成人先心病中占 30%~40%,在儿童中占 10%。经心导管 ASD 封堵术是一种有效的治疗方法。心脏储备指心脏功能上调可能性的大小,是正常人群和心脏病人运动能力的重要决定因素。在 Cooke 等[1]的研究中,心脏储备的范围为 0.27~5.65 W,表明在心功能受到最严重损害和体能最好的受试者之间,其心脏储备相差 20 倍。基于心音-心力关系的心脏储备测评方法是从心音信号中提取心肌收缩和舒张能力信号,分析心脏储备能力。本研究应用心力监测仪探讨 ASD 患儿介入前后心脏储备功能的改变。

1 对象与方法

1.1 研究对象

将我院 2009 年 6 月至 2010 年 6 月心血管研究中心收治的进行介入封堵的有随访记录的 40 例继发孔型 ASD 患者作为研究对象,ASD 直径为(17.2±6.7) mm。分为单纯 ASD 组和 ASD 伴肺动脉高压(Pulmonary hypertension,PAH)组;将进行体检的自愿加入的正常人 20 名作为对照组。单纯 ASD 组:男 11 例,女 9 例;年龄 2~12 岁,平均年龄(6.5±1.2)岁。ASD 伴 PAH 组:男 9 例,女 11 例,年龄 2~11 岁,平均年龄(5.4±1.5)岁。对照组:男 12 例,女 8 例,年龄 2~12 岁,平

作者介绍:霍俊明(1984-)女,硕士,研究方向:小儿心血管方向。
通信作者:易岂建,男,教授,Email:qjyi2003@yahoo.com.cn。
基金项目:国家"十一·五"项目资助课题(编号:2007BAI05B03)。

均年龄（6.4 ± 1.3）岁；对照组要求无重大疾病史，并常规进行超声心动图、心电图检查及血压检测无异常者。3 组研究对象在年龄、性别、体重及生活习性等方面均无显著差异，（P>0.05），符合组间均衡原则。

1.2 仪器

应用重庆博精医学信息研究所研制的“运动心力监测仪”[2]进行心脏储备检测。该系统的硬件组成包括心音脉搏传感器（北京航天医学研究所），已经在中国航天员科研和训练中心应用[3]、CCM 信号采集器、计算机和打印机。心力信号处理软件用 Visual Basic 和 VC++ 写成，其运行环境为 WINDOWS 操作系统。对设备的精密度、准确度[4]、信噪比进行了研究[5]。

1.3 信号的基本测量方法

心音信号量化分析的基本思想是：（1）测量心音有关成分的幅值和时限；（2）根据以上测量数据，生成所需要的有关指标，供分析使用。该系统对心音信号用 11 kHz 采样，量化精度为 8 位。在该系统中，用鼠标在 S1 和 S2 波峰点击，即可方便地获取 S1 和 S2 幅值并显示 S1 和 S2 波幅对应的 0~255 间的级值。为排除由于胸壁厚薄等因素的影响，所采集的心力信号的强度采用相对值；同时，心力信号在处理中经过多次转换，最后转换为用屏幕坐标作图，故 S1/S2 比值和舒张期和收缩期时限比值为无量纲数值。

1.4 试验方法

采用心音图记录和测量方法[6]，其精密度和准确度已作初步分析[3]。受试者均平卧在检查床上，在安静状态下平静呼吸，心音脉搏传感器置于心前区心尖搏动最明显处，及心尖部，记录静息状态下的心音图。操作上的要点是受试者测试的体位、传感器放置部位、检查者对传感器的施压情况均应一致，从而尽可能减少人为误差。

1.5 统计学分析

采用 SPSS16.0 统计软件，计量资料以平均值 ± 标准差（$\bar{x} \pm s$）表示，单纯 ASD 组介入前，ASD 伴 PAH 组介入前，对照组，3 组的 S1/S2，D/S 比值的比较用单因素方差分析。每两两间比较用 SNK 法。以 P <0.01 为具有统计学意义。单纯 ASD 组和 ASD 伴 PAH 组两组资料介入前、介入后 1 d 和介入后 6 个月的 S1/S2，D/S 比值间比较用重复测量设计的方差分析，以 P<0.01 为具有统计学意义。



患儿：女，12 岁，ASD 介入前，S1/S2 比值 0.46，D/S 比值 1.28

图 1 ASD 患儿介入前心音图



（同一患儿）介入后 1 d：S1/S2 比值 0.75，D/S 比值 1.31

图 2 ASD 患儿介入后 1 d 心音图



（同一患儿）介入后 6 个月：S1/S2 比值 1.46，D/S 比值 1.52

图 3 ASD 患儿介入后 6 个月心音图

2 结 果

2.1 ASD 介入前后心音图实例如图 1~3 所示

2.2 ASD 伴 PAH 组介入前，单纯 ASD 组介入前，对照组，3 组用单因素方差分析对 S1/S2，D/S 比值进行比较，F 值分别为 3.284×10^3，255.22，P <0.01，可认为 3 组 S1/S2，D/S 比值有差别，差异均有统计学意义。用 SNK 法对每两两间比较，差异均有统计学意义。见表 1。

表 1 ASD 伴 PAH 组介入前，单纯 ASD 组介入前与对照组的 S1/S2 和 D/S 的比较

	n	S1/S2	D/S
ASD 伴 PAH 组	20	0.33 ± 0.03*△	1.05 ± 0.01*△
单纯 ASD 组	20	0.48 ± 0.05**	1.11 ± 0.04**
对照组	20	1.34 ± 0.04	1.56 ± 0.13
F		3.284×10^3	255.22
P		<0.01	<0.01

注：用 SNK 法对 3 组研究对象作两两比较得到各组间的 S1/S2 和 D/S 均有明显差异；* 表示 ASD 伴 PAH 组与单纯 ASD 组比较，有统计学意义（P <0.01）；△表示 ASD 伴 PAH 组与对照组比较，有统计学意义（P <0.01）；** 表示单纯 ASD 组与对照组比较，有统计学意义（P <0.01）

2.3 ASD 伴 PAH 组与单纯 ASD 组介入前后心脏收缩储备功能明显改变，介入后心脏收缩储备功能增加，介入后 6 个月增加更明显。用重复测量设计的方差分析统计后结果显示，介入治疗前，介入后 1 d，介入后 6 个月比较，F 值为 1.045×10^4，（P<0.01）说明不同时间点上 ASD 患儿 S1/S2 比值有显著差异，时间和分组的 F 值 5.735，P=0.009，（P<0.01），说明时间和分组两因素间有交互作用，ASD 伴 PAH 组和单纯 ASD 组两组间比较，F=98.78，（P<0.01），说明不同组间 S1/S2 比值有显著差异。见表 2。

2.4 ASD 伴 PAH 组与单纯 ASD 组介入后心脏舒张储备功能明显改变，介入后心脏舒张储备功能增加，介入后 6 个月增加更明显。用重复测量设计的方差分析统计后结果显示，介入治疗前，介入后 1 d，介入后 6 个月比较，F 值为 1.196×10^3，($P<0.01$)，说明不同时间点上 ASD 患儿 D/S 比值有显著差异，时间和分组的 F 值 31.78($P<0.01$)，说明时间和分组两因素间有交互作用，ASD 伴 PAH 组和单纯 ASD 组两组间比较，F=51.80($P<0.01$)，说明不同组间 D/S 比值有显著差异。

表 2 ASD 伴 PAH 组和单纯 ASD 组介入前后 S1/S2

分组	n	介入前	介入后 1 d	介入后 6 个月
ASD 伴 PAH	20	0.33 ± 0.03*	0.58 ± 0.02*	1.16 ± 0.05*
单纯 ASD 组	20	0.48 ± 0.05	0.70 ± 0.07	1.29 ± 0.03

注：* 表示 ASD 伴 PAH 与单纯 ASD 组比较，有统计学意义($P<0.01$)

表 3 ASD 伴 PAH 组和单纯 ASD 组介入前后 D/S 比较

分组	n	介入前	介入后 1 d	介入后 6 月
ASD 伴 PAH 组	20	1.05 ± 0.01*	1.23 ± 0.04*	1.46 ± 0.05*
单纯 ASD 组	20	1.11 ± 0.04	1.42 ± 0.05	1.54 ± 0.11

注：* 表示 ASD 伴 PAH 与单纯 ASD 组比较，有统计学意义($P<0.01$)

3 讨 论

关于心音和心肌收缩能力关系，Hansen 等[7]研究表明，“第一心音幅值的变化和左心室压力上升最大速率的变化呈正相关(r=0.955 1，P<0.001)”动物实验以及有创和无创临床对照研究[8]表明：第一心音幅值(S1)的大小与心肌收缩能力强弱密切相关，但由于受胸壁厚薄等因素的影响，第一心音的绝对值却不能用来评估心肌收缩能力的大小。肖守中等提出用相对值法[9]来建立心音幅值参数，用 S1/S2，D/S 比值反应心肌收缩与舒张储备能力的大小。并进行了心音图运动试验的系统研究[2]，把完成规定运动量运动后 S1 幅值对安静时 S1 幅值的倍数定义为心肌收缩能力储备指数，提出了“心力变异性”概念[10]，把不同运动负荷下运动后 S1 幅值对安静时 S1 幅值增加的相应倍数定义为心力变化趋势[11]，研究表明心脏储备指数和 X 线左心室造影射血分数呈正直线相关(r=0.79，P<0.001)[12]；心肌收缩能力变化趋势和最大弹性模量密切相关(r=0.702，P<0.01)[13]；以上表明，该设备和该方法结论可靠。

课题组前期工作已对运动心力监测仪检测儿童心脏储备的可行性进行了论证[14]，本组研究显示 ASD 患儿介入前与对照组比较心脏储备功能减低，ASD 伴 PAH 组减低更明显，差异具有统计学意义($P<0.01$)。ASD 患儿介入后与介入前比较，心脏储备功能增加，介入后 6 个月增加更明显，差异具有统计学意义($P<0.01$)。ASD 是最常见的先天性心脏病之一，其长期心房水平左向右分流可导致右心容量负荷过重、肺动脉高压、充血性心力衰竭及房性心律失常等。目前对 ASD 患儿介入前后多用超声心动图，心电图检查进行心脏功能的评估，但缺乏从心脏储备的角度进行心脏安全性的评估研究，当心脏功能开始降低时，代偿机制将被激活，尽可能使心功能维持在正常范围内，但是心脏的泵血能力已经受到损害。所以对 ASD 患儿介入前后进行心脏储备功能监测，具有重要的临床意义。

心音-心力关系方法具有无创、敏感性和特异性高[12]等特点。运动心力监测仪及心脏功能储备检测软件，能有效灵敏地评价 ASD 患儿介入前后心脏储备功能的变化。介入后 ASD 患儿心脏储备功能增加。

参 考 文 献

[1] Cooke G A, Marshall P, Wright D J, et al. Physiological cardiac reserve: development of a non-invasive method and first estimates in man[J]. Heart, 1998, 79(3): 289-294.

[2] Xiao Y H, Xiao S Z, Cao Z H, et al. A study on phonocardiogram exercise test[J]. IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, 1999, 18(4): 111-115.

[3] 曹中平，韦 明，严 洪. 模拟失重下心脏储备测试方法的研究[J]. 仪器仪表学报，2008, 29(S4): 670-676.

[4] 刘国传，肖守中，靳 平，等. 心音图运动试验的精密度和准确度的分析[J]. 生物医学工程学杂志，2000, 17(3): 305-308.

[5] 刘国传，田学隆，肖守中. 心音图运动实验的信噪比分析[J]. 中国医疗器械杂志，2000, 24(5): 267-269.

[6] 肖守中，周书先，周继英，等. 心力监护仪在心音图运动试验和颈动脉图运动试验中的应用[J]. 仪器仪表学报，2000, 21(Z1): 123-126.

[7] Hansen P B, Luisada A A. Phonocardiography as a monitor of cardiac performance during anesthesia[J]. Anesth Analg, 1989, 68(3): 385-367.

[8] Leung S K, Lau C P, Lam C T, et al. Automatic optimization of resting and exercise atrioventricular interval using a peak endocardial acceleration sensor: validation with Doppler echocardiography and direct cardiac output measurements [J]. Pace, 2000, 23(11 pt 2): 1762-1766.

[9] Xiao S Z, Guo X M, Wang F, et al. Evaluating two new indicators of cardiac reserve[J]. IEEE Engineering in Medicine and Biology, 2003, 22(4): 147-162.

[10] Xiao S Z, Cai S X, Liu G C. Studying the significance of cardiac contractility variability[J]. IEEE Engineering in Medicine and Biology, 2000, 19(3): 81-83.

[11] Xiao S Z, Wang Z G, Huo D Y. Studying cardiac contractility change trend to evaluate cardiac reserve[J]. IEEE Engineering in Medicine and Biology, 2002, 21(1): 74-76.

[12] 刘天虎，刘剑雄，肖守中，等. 心脏储备指数与射血分数量化心功能分级的相关性研究[J]. 四川医学，2005, 26(11): 1197-1198.

[13] 马康华，葛 萍，雷 寒，等. 心肌收缩能力变化趋势与最大弹性模量的对照研究及其临床应用[J]. 重庆医学，2005, 34(4): 571-573.

[14] 易岂建，霍俊明，肖子夫，等. 运动心力监测仪检测儿童心脏储备可行性研究[J]. 中国实用儿科杂志，2009, 24(3): 220-222.

(责任编辑：关蕴良)