

# 电导纳容积法对先天性心脏病心功能的观察

罗红鹤<sup>1</sup>, 陈光献<sup>1</sup>, 魏民新<sup>1</sup>, 郝元涛<sup>2</sup>, 孙培吾<sup>1</sup>, 童萃文<sup>1</sup>

(中山医科大学 1. 附属第一医院心外科, 广东 广州 510080; 2. 卫生统计学教研室, 广东 广州 510089)

**摘要:**【目的】了解右胸电导纳容积图(RCEAP)检测左向右分流先天性心脏病(先心病)体外循环手术前后小循环心功能指标变化情况。【方法】应用 RCEAP 观察左向右分流先心病小循环心功能指标。【结果】体外循环手术前后观察表明, 术后早期 Q-j 与 j-z 间期均缩短, 以 j-z 间期缩短为主, 致 Q-j/j-z 比值升高, 而术后 7~10 d j-z 间期稍回升, Q-j 稍下降, 致 Q-j/j-z 比值下降。主波幅(hZ)与次波幅(hC)之间的比值 hC/hZ 与 PCWP 呈显著相关( $r=0.7947, P<0.01$ )。【结论】RCEAP 有无创、操作简便、费用低廉、可重复检测等优点, 在左向右分流先心病中的应用有较大的应用价值和较好的使用前景。

**关键词:** 心转流术; 心脏缺损, 先天性 / 病理生理学; 心室功能; 肺循环 / 生理学; 电导纳容积图

中图分类号: R322.121 文献标识码: A 文章编号: 1000-257X(2000)02-0140-04

## Observation of Lesser Heart Functional Parameter of Congenital Heart Defects with Right Chest Electric Admittance Plethysmography

LUO Hong-he<sup>1</sup>, CHEN Guang-xian<sup>1</sup>, WEI Min-xin<sup>1</sup>, HAO Yuan-tao<sup>2</sup>, SUN Pei-wu<sup>1</sup>, TONG Cui-weng<sup>1</sup>

(1. Division of Cardiac Surgery, First Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University of Medical Sciences, Guangzhou 510080, China;  
2. Department of Statistics, Sun Yat-sen University of Medical Sciences, Guangzhou 510089, China)

**Abstract:** 【Objective】 To investigate the change of lesser heart functional parameter of left to right shunt congenital heart defects(L-R CHD) by lesser circulation heart functional tests with right chest electric admittance plethysmography (RCEAP) before and after the bypass circulation operation. 【Methods】 Measure the lesser heart functional parameter of L-R CHD by RECAP. 【Results】 Statistic analysis to the lesser circulation heart function date, of pre- and post-operation found that Q-j and j-z interval were shortened, and j-z interval was markedly shortened resulting in significant increased of Q-j/j-z ratio during 1~3 d after operation. 7~10 d after operation j-z interval lengthened and Q-j/j-z ratio has begin to decrease but not yet to normal level. The correlation analysis of date demonstrated the PCWP was highly correlated with hC/hZ ratio ( $r=0.7947, P<0.01$ ). 【Conclusion】 RCEAP is a non-invasive and useful new method in assessing the heart function by using the more sensitive parameters, and it has great practical value and foreground in L-R CHD.

**Key words:** heart bypass; heart defects, congenital / pathophysiology; ventricular function; pulmonary circulation / physiology; electric admittance plethysmography

左向右分流先心病早期主要是右心室容量负荷增加, 以后随着肺动脉压的升高, 右心室的压力负荷亦增加, 右胸电导纳容积图(RCEAP)是从肺静脉、肺动脉的容量负荷改变所引起的导电变化上观察性能、心功能的一种新方法。实验和临床观察表明, 由于循环血液的容积变化超前于压力改

变<sup>[1]</sup>, 故这种检测血液容积变化所引起的导电指标改变可以在左房压力或肺动脉楔压改变之前即作出极其灵敏和客观的显示, 其变化的程度也明显高于测压的结果。RCEAP 已在风湿性二尖瓣膜病、慢性阻塞性肺病(COPD)病中应用, 发现其有无创、灵敏、客观、简便、价格低廉、可重复等优点。特别

收稿日期: 1999-09-30

作者单位: 罗红鹤(1961-)男, 广东广州人, 副教授, 硕士生导师。http://www.cnki.net

是对了解二尖瓣膜病手术前后肺静脉负荷变化<sup>[1-3]</sup>, 术后长期随访有较好的应用价值, 但在左向右分流先心病的应用鲜有报道。为探讨右胸电导容积波在左向右分流先心病的应用价值, 观察小循环心功能变化规律, 本实验在左向右分流先心病患者作容积图与右心漂浮导管的对照研究, 了解其变化规律, 现报告如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

左向右分流先心病患者 45 例, 年龄 0.8~51 岁, 平均(19.91 ± 11.96)岁, 男 22 例, 女 23 例; 其中房间隔缺损(ASD)26 例, 室间隔缺损(VSD)18 例, 动脉导管未闭(PDA)1 例。术前、术后 1~2 d 及术后 7~10 d 检查 RCEAP; 其中 19 例, 男 8 例, 女 11 例; 年龄 8~51 岁, 平均(21.53 ± 11.71)岁; VSD 3 例, ASD 15 例, PDA 1 例。术前置 Swan-ganz 漂浮导管, 体外循环后同时检查 RCEAP 及 Swan-ganz 漂浮导管测收缩期肺动脉压(SPAP), 平均肺动脉压(MPAP), 肺动脉嵌压(PCWP), 心输出量(CO), 心脏指数(CI), 肺血管阻力(PVR)等指标。

### 1.2 检测方法及主要仪器

1.2.1 小循环心功能检测原理及技术 采用中国生物医学工程学会生物医学工程研究所与西北工业大学研制 XXH2000 型小循环心功能检测仪, 其以导纳原理在受检者自由呼吸状态下, 通过右胸前后信号和发射电极获取肺动脉和肺静脉容积综合波形图(小循环动静脉综合波形), 此外同步获取和贮存心电图和心音图。患者取平卧位, 将两信号电极分别置于患者右前锁骨中线外第二肋骨下及右背第八胸椎水平肩胛线与腋后线之间, 两发射电极分别置于前信号电极之上和后信号电极之下约 3 cm 处, 连续观察并存储小循环波形数十屏, 选取中间状态最稳定的波形进行标量和测算, 每例结果均取 3~5 个波形的均值。正常 RCEAP 波形主要由 a, Z, C 波等 3 部分组成, 其形态及测量方法参见图 1。其中 Q-j 间期相当于射血前期, j-z 间期相当于射血期, 前者与后者比值代表心室收缩间期; 电导容积波 a 波幅(ha), 主波幅(hZ), 次波幅(hC)之间的比值(hC/hZ)和(ha/hZ)主要反映左心前负荷<sup>[4]</sup>。

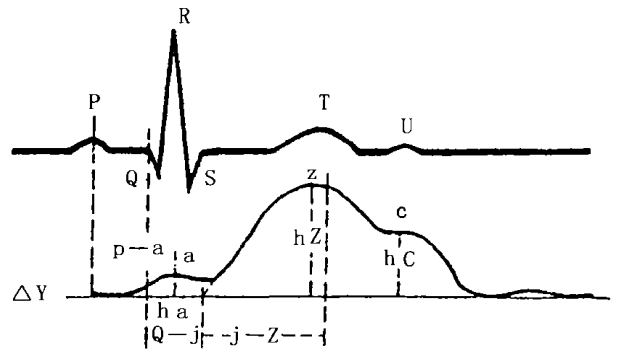


图1 右胸电导容积图测定心功能方法

Fig.1 Methods of measure the lesser heart functional parameter of L-D CHD by RECAP

$t(Q-j)/s$   $t(j-z)/s$   $G(ha)/mS$   $G(hC)/mS$   $G(hZ)/mS$

1.2.2 术前置 Swan-ganz 漂浮导管 均采用美国 Arrow 公司 5F 或 7F 漂浮导管, 术前通过右颈外静脉穿刺, 在血管压力的连续监测下, 将 Swan-ganz 漂浮导管漂至肺动脉适当的位置中, 通过 Swan-ganz 漂浮导管, 测量收缩期肺动脉压(SPAP), 平均肺动脉压(MPAP), 肺动脉嵌压(PCWP), 应用热稀释法检测心输出量(CO)及心脏指数(CI), 计算肺血管阻力(PVR)。同时监测右胸电导容积波, 记录 ha, hZ, hC, ha/hZ, hC/hZ, Q-j 间期, j-z 间期及它们之间的比值(Q-j/j-z)等指标(每 1 个病例均测量 3 个以上平稳相同的波形, 取其均值作为统计分析)。

### 1.3 统计学方法

相关分析, 直线回归, 方差分析。

## 2 结果

### 2.1 右胸电导容积波与右心漂浮导管的相关性分析

hC/hZ 与 PCWP 密切相关(表 1), 直线回归方程为:

$$p(PCWP) = 2.047 [G(hC) / G(hZ)] + 0.421 2$$

$n = 37, r = 0.794 7, P < 0.01.$

### 2.2 左向右分流先心病患者术前后小循环心功能变化

时间间期中, 术后早期 Q-j 与 j-z 间期均下降, 以 j-z 间期下降为主, Q-j / j-z 比值升高, 与术前比较均有统计学意义。7~10 d j-z 间期稍回升, Q-j 稍下降, Q-j / j-z 比值下降。波幅指标中, 术后 hZ 开始下降, 至术后 7~10 d 下降有统计学意义, 并

表 1 右胸电导纳容积波与右心漂浮导管的相关性分析

Table 1 The result of correlative analysis between parameter of RCEAP and Swan-ganz catheter

	$p$ (PCWP)/kPa ( $n=37$ )	$I_c^{5)}$ /( $L \cdot s^{-1}$ ) $m^{-2}$ ( $n=32$ )	$V_{CO}$ / $L \cdot s^{-1}$ ( $n=32$ )	$R$ (PVR)/kPa $\cdot s \cdot L^{-1}$ 5) ( $n=32$ )	$p$ (SPAP)/kPa ( $n=38$ )	$p$ (MPAP)/kPa ( $n=38$ )
$t$ (Q-j)/s	-0.087	-0.185	-0.169	-0.168	-0.118	-0.113
$t$ (j-z)/s	-0.208	0.135	-0.061	-0.111	-0.375 <sup>1)</sup>	-0.315 <sup>1)</sup>
[ $t$ (Q-j)/ $t$ (j-z) ] / %	0.216	-0.237	-0.077	-0.031	0.229	0.185
$G$ (ha)/mS <sup>3)</sup>	-0.220	0.166	-0.378 <sup>1)</sup>	-0.238	-0.388 <sup>1)</sup>	-0.301
$G$ (hZ)/mS <sup>3)</sup>	0.108	-0.092	-0.455 <sup>1)</sup>	-0.111	-0.197	-0.120
$G$ (hC)/mS <sup>3)</sup>	0.114	-0.022	-0.411 <sup>1)</sup>	-0.116	-0.181	-0.082
[ $G$ (ha) / $G$ (hZ) ] / %	0.281	-0.172	-0.153	0.153	0.138	0.139
[ $G$ (hC) / $G$ (hZ) ] / %	0.795 <sup>2)</sup>	-0.111	0.098	0.463 <sup>2)</sup>	0.452 <sup>2)</sup>	0.498 <sup>2)</sup>

1)  $P < 0.05$ , 2)  $P < 0.01$ , 3) S; Siemens 4)  $I_c$ : the symbol of cardiac index, 5)  $1 \text{ kPa} \cdot \text{s} \cdot \text{L}^{-1} = 10 \text{ dyn} \cdot \text{s} \cdot \text{cm}^{-5}$

表 2 左向右分流先心病患者体循术后小循环心功能指标的变化

Table 2 The change of parameter of lesser circulation heart functional of L-D CHD after bypass circulation operation

	Before <sup>1)</sup> ( $n=45$ )	1~2 d <sup>2)</sup> ( $n=34$ )	7~10 d <sup>3)</sup> ( $n=26$ )
$t$ (Q-j)/s	0.126 9±0.072 9	0.100 2±0.022 8 <sup>4)</sup>	0.097 8±0.020 7 <sup>4)</sup>
$t$ (j-z)/s	0.250 0±0.044 8	0.190 0±0.049 7 <sup>4)</sup>	0.208 6±0.083 2 <sup>4)</sup>
[ $t$ (Q-j)/ $t$ (j-z) ] / %	47.621 3±13.643 8	58.262 9±29.015 1 <sup>4)</sup>	51.256 2±14.788 8
$G$ (ha)/mS	0.032 4±0.021 8	0.037 5±0.029 0	0.033 5±0.037 4
$G$ (hC)/mS	0.125 1±0.087 2	0.128 8±0.103 5	0.089 6±0.059 9
$G$ (hZ)/mS	0.222 9±0.120 7	0.200 7±0.105 3	0.160 9±0.090 7 <sup>4)</sup>
[ $G$ (ha) / $G$ (hZ) ] / %	15.455 0±7.089 9	16.766 1±8.613 0	18.323 5±11.419 0
[ $G$ (hC) / $G$ (hZ) ] / %	52.255 7±16.517 2	55.647 0±18.646 7	60.175 8±21.598 3

1) Before operation; 2) 1~2 d after operation; 3) 7~10 d after operation; 4) comparison with before operation  $P < 0.05$

接近对照组水平。其他指标变化无统计学意义。详见表 2。

### 3 讨论

左向右分流先心病, 由于左向右分流, 使肺血流量增多, 早期主要是右心室容量负荷增加, 以后随着肺动脉压的升高, 右心室的压力负荷增加。心导管检查虽能准确反映压力负荷的改变, 但不能反映容量的改变, 且后者先于前者出现, 故其检测敏感度低于 RCEAP; 况导管检测为有创性, 操作不便, 术后不易连续使用且有相应并发症的危险, 故仅限在术前部分病例采用。因此, 研究和开发既简便、无创又有客观准确反映肺动脉负荷改变的手段有重要的临床意义。新开发的无创性右胸电导纳图技术, 经动物实验和人体观察表明能主要反映肺循环变化, 已证实其波形是由肺动脉波和肺静脉波综合组成<sup>[4]</sup>, 其动脉波部分可从电导的角度敏感地反映出肺动脉负荷变化。

#### 3.1 RCEAP 指标与肺血流动力学指标的关系

PCWP 与 hC/hZ 相关性较好 ( $r = 0.7947$ )。

文献报告发现 Q-j/j-z, hC/hZ 比值与 LAP 相关性较好, 相关系数分别为 0.867 和 0.76<sup>[5]</sup>, 提示 RCEAP 可以较客观地反映左心前负荷状况。本研究结果亦提示左向右分流先心病患者肺循环容积变化与肺动脉嵌压呈正相关关系, 可以估计患者左心功能状态。目前临床只能通过漂浮导管技术获得肺动脉嵌压, 间接反映肺静脉压, 从而推测左室舒张末压, 进一步评价左心前负荷状况。创伤性检查费用昂贵, 导管留置时间受限。容积变化作为压力改变的基础, 往往会较压力更敏感, 因此应用容积变化检测来反映左心前负荷可能获得更敏感的心功能检测指标。右胸电导纳技术应用操作简便, 可重复使用, hC/hZ 与肺动脉嵌压的相关性较好, 同时有无创和费用低廉的优点, 将为临床提供实用性较好的观察左心功能的指标。

#### 3.2 左向右分流先心病患者术前后小循环心功能的变化

应用 RCEAP 反映术前后小循环心功能状况, 在风湿性心瓣膜病变中已有报告, 并发现 ha/hZ, hC/hZ, Q-j/j-z 比值在临床观察中意义较大。但在左向右分流先心病中有何特点尚鲜有报告<sup>[1]</sup>。本

研究发现术后早期 Q-j 与 j-z 间期均缩短,以 j-z 间期缩短为主, Q-j/j-z 比值升高,提示心功能在术后早期有所下降;术后 7~10 d j-z 间期稍延长, Q-j 稍缩短, Q-j/j-z 比值下降,基本接近术前水平,提示心功能虽未完全恢复,但基本接近术前水平,这与临床的观察经验是符合的。术后 hZ 即开始下降,术后 7~10 d 恢复至正常水平,左向右分流先心病早期由于左向右分流的存在,肺血管病理变化尚在初期,肺血管顺应性较好,使得肺血管的每搏血液容积变化增加,因而在容积波中 hZ 波幅会增大。本组多数患者的肺动脉压力不高,大多是轻、中度肺高压或无肺高压,因此术前总体 hZ 波幅高于正常对照(介于非肺高压组与肺高压组之间),术后由于分流的截断使得肺循环的血流量恢复正常,因而 hZ 波幅下降。Q-j/j-z 比值与 hZ 在左向右分流先心病患者术前后观察中有较大的意义,通过 Q-j/j-z 比值可以反映患者心功能的动态变化情况, hZ 的变化可以粗略反映肺循环的血流动力学状况,通过术前后的比较可以作为了解患者恢复情况的指标,指导临床的治疗处理。结合 RCEAP 在瓣膜病的表现,不同病理病生状况的疾病,其 RCEAP 的变化特点不一,结合各自的临床特点进行分析观察对

临床是有指导意义的。小循环心功能指标随着左向右分流先心病患者的病情变化而变化,通过这种简便的无创观察方法,对左向右分流先心病的病情进行观察、评价是可行的。进一步的加大病例数量的观察研究,将有利于明确应用导纳指标观察病情的方法。

#### 参考文献:

- [1] 屈正,孙衍庆,陈英淳.右胸电导纳容积图(小循环心功能测试)法评价二尖瓣手术效果初步报告[J].中华胸心血管外科杂志,1997,13(4):217.
- [2] 祝莹,顾复生,沈潞华.急性心肌梗塞小循环心功能观察研究[J].首都医科大学学报,1996,17(1):44.
- [3] 陈慧敏,吴学思,张金荣.右胸电导纳检测评价冠心病治疗效果的初步观察[J].中国介入心脏病学杂志,1996,4(4):156.
- [4] 李希臻.临床肺血图[M].哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1982.36~39.
- [5] Hideaki S Takayoshi I Akira I. Reconsideration of criteria for the Fontan operation [J]. Circulation, 1994, 89 (1): 266.

(编辑 张敏瑞)

## ·新成果·

### 链球菌抗原性和宿主遗传易感性在风湿热发病中的作用及临床意义

课题负责人 余步云等

(中山医科大学附属第三医院,广东 广州 510630)

针对风湿热(RF)发病机理未明,尚未有特异诊断手段和早期发现易感患者方法。本项目从研究链球菌菌体抗原致病作用入手,在国内外首先提取链球菌菌膜抗原,检测 RF 患者外周血和人胚心肌细胞促凝血活性(PCA),证明此抗原作用下,有外周血和靶器官心肌细胞免疫反应增强和凝血系统被激活参与发病。444 例临床研究结果证明,首创的 PCA 法对诊断风湿性心脏炎有较高的灵敏度(82.98%)和特异性(88.32%)。在国内外首次提取和发现链球菌菌壁多糖最具抗原性部分为 37 Ku,证明此部分与牛心瓣膜有共同抗原性。应用 37 Ku 部分为抗原,测定 RF 患者多糖抗体(ASP),解决了近 30 年来国际上存在 ASP 测定技术标准化的大难题,并证明此法对风湿性心脏炎,尤其瓣膜炎活动性、特异性有价值。为探讨 RF 患者易感因素,创新 PCR-PAGE 法进行 HLA-DQAI 基因分型和用准确特异的 PCR-SSP 法进行 HLA-DRBI 基因分型,在国内首先发现广东汉人 RF 患者与 DQAI \*0101 和 DRBI \*0301 基因有相关性。研究结果得到国内外重视,被波兰国家卫生研究院索取应用。已在省内外 20 多个医疗单位推广应用。于 1999 年获广东省科技进步二等奖。

(陈丽芳)