

右心腔声学造影及定量组织速度成像评价犬右心收缩功能

王林, 邓又斌, 李天亮, 杨好意, 常青, 毕小军, 向慧娟, 黎春雷

【摘要】 目的:探讨心腔声学造影时间-强度曲线(TIC)各项参数及三尖瓣定量组织速度成像(QTVI)参数定量评价右心收缩功能的价值。**方法:**对 10 只犬分别在基础状态及注射心得安后心功能减退状态下经股静脉重复注射 5% 声振白蛋白注射液, 剂量 0.08 ml/kg。于心尖四腔切面观察右心室对比剂的充盈及清除, 采用拟合曲线定量分析方法获取心腔声学造影 TIC 各项参数, 并分析各项参数在不同的心功能水平的差异。应用多普勒超声心动图分别在基础状态及注射心得安后心功能减退状态下记录三尖瓣环组织多普勒图像, 测量三尖瓣环收缩期运动速度(V_s)。**结果:**随心功能的减退, TIC 各项参数中时间常数(k)明显减小, 而对比剂峰值强度减半时间(HT)及对比剂平均通过时间(MTT)明显延长, 三尖瓣环收缩期运动速度(V_s)明显减慢($P < 0.001$), k 与 V_s 呈明显正相关($r = 0.71$)。**结论:**右心腔声学造影 TIC 参数与 QTVI 参数在定量评估右心收缩功能时具有重要价值。

【关键词】 心室功能, 右; 超声心动描记术; 超声检查, 多普勒, 彩色

【中图分类号】 R445.1 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2005)12-1084-03

Quantitative Assessment of Right Ventricular Systolic Function by Time-intensity Curve with Right Ventricular Contrast and Quantitative Tissue Velocity Imaging WANG Lin, DENG You-bin, LI Tian-liang, et al. Department of Medical Ultrasound, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, P. R. China

【Abstract】 Objective: To detect the value of parameters of time intensity curve (TIC) with ventricular contrast and quantitative tissue velocity imaging (QTVI) in the quantitative assessment of right ventricular systolic function. **Methods:** 5% sonicated human albumin was injected intravenously in dogs of 0.08ml/kg at baseline and decrease of cardiac function after injection of propranolol in 10 dogs. Four chamber view was observed for wash-in and wash-out of contrast agent from right ventricle. The parameters of TIC were obtained by curve fitting. Tricuspid annulus systolic velocities (V_s) were measured by quantitative tissue velocity imaging. **Results:** Among the parameters derived from TIC, the time constant (k) stepped down significantly with decrease of cardiac function ($P < 0.001$), but half-time of decent of peak intensity and mean transit time of wash-out extended significantly ($P < 0.001$). Among the data derived from QTVI, the V_s stepped down significantly with decrease of cardiac function ($P < 0.001$). The k was strongly related with V_s ($r = 0.71, P < 0.001$). **Conclusion:** There is significant value of the parameters derived from TIC with right ventricular contrast and V_s from QTVI in the quantitative assesment of right ventricular systolic function.

【Key words】 Ventricular function, right; Echocardiography; Ultrasonography, Doppler, color

基于右心室结构几何学假设的容积测量方法往往误差较大, 难以准确定量地评价右心功能^[1]。近年来一些新的定量研究方法开始应用于右心功能的研究。随着定量组织速度成像(quantitative tissue velocity imaging, QTVI)的广泛应用, 通过对三尖瓣环运动的定量分析来反映右室收缩功能也得到研究。本研究应用浓度稀释法原理, 通过右心造影观察对比剂在右室腔的充盈和清除, 获得时间-强度曲线(time intensity curve, TIC)及反映右心室对比剂清除率的时间常数(k)等参数来反映右室收缩功能, 并通过与三尖瓣环运动参数的相关性研究, 来进一步评价该方法在右室

收缩功能定量分析方面的客观性和准确性, 现将结果报道如下。

材料与方法

实验对象: 10 只健康杂种犬, 雄性 6 只, 雌性 4 只, 体重 10.0~15.0 kg, 平均 (12.85 ± 1.49) kg。麻醉前肌注安定及阿托品。30 min 后用氯胺酮(2 mg/kg)诱导麻醉, 并按 1 mg/(kg · h)的剂量静脉维持。气管插管, 接呼吸机给氧直至试验结束。接多道生理监护仪, 常规观察二导联心电图。行胸骨正中开胸术, 剪开心包膜悬吊于胸壁, 形成心包吊篮。待基础状态实验完毕, 经静脉注入心得安 7 mg/kg 诱导心功能减退。

仪器与方法: 应用 GE 公司 Vivid7 超声诊断系

作者单位: 430030 武汉, 华中科技大学同济医学院附属同济医院超声影像科

作者简介: 王林(1965—), 男, 湖北人, 博士研究生, 主要从事超声对比剂在心血管诊断方面的应用工作。

统,具有 QTVI 和曲线拟合应用软件。探头频率 5.0 MHz,机械指数 0.5,深度 6 cm。成像条件调至最佳状态后保持不变。对比剂的制备采用美国 Fisher Scientific 550 声振仪,整个研究过程中对比剂的制备自始至终均由笔者操作。将 5% 白蛋白溶液盛于一次性无菌注射器内,将声振头与受处理液面微微接触行声振处理,时间 10~20 s。采集图像时,首先在组织多普勒条件下采集心尖四腔切面在一个完整心动周期内的动态图像,然后同样于心尖四腔切面分别在基础状态和心功能减退时将制备完毕的对比剂立即经股静脉通道弹丸式快速注入,每次注射剂量为 0.08 ml/kg,然后以 10 ml 生理盐水快速冲洗管,采用心电图触发 R 波方式记录对比剂充盈及清出的全过程,5 min 后重复注射。全部资料记录于磁光盘上。实验结束后,首先在 QTVI 条件下将取样点置于三尖瓣环右室侧壁,记录速度曲线,测量曲线上收缩期峰值速度(V_s);然后将取样框(4 mm×4 mm)置于右室腔内近三尖瓣口中部处,避开腱索及右室壁,拟合出 TIC,并自动显示评价对比剂清除速率的 k 值,根据 TIC,手动测量 TIC 曲线顶点即为峰值强度,峰值强度与本底强度差的一半即为峰值减半强度,该强度所对应的时间即为峰值强度减半时间(half-time, HT)。从 TIC 曲线起始处的本底强度至对比剂清除后回复到本底强度所经过的时间为平均通过时间(mean transit time, MTT)。

统计学方法:采用 SPSS 11.5 统计学软件。所有计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,选择配对资料 t 检验分析各参数的变化,并对 k 值和 V_s 值作直线相关分析, $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。

结 果

TIC 及 QTVI 各主要参数在基础状态及心功能减退状态的变化见表 1。本组数据显示 k 值和 V_s 值从基础状态到心功能减退时呈明显减小, HT 和 MTT 在心功能减退时明显延长(图 1~4),差异均有显著性意义($P < 0.001$)。相关分析表明,右室对比剂清除率与 V_s 呈直线相关关系,相关系数为 0.71(图 5)。

表 1 基础状态及心功能减退状态 TIC 参数及 QTVI 参数比较

指 标	基础状态	减退状态
时间常数	0.35 ± 0.06	0.11 ± 0.03
HT (s)	7.47 ± 1.75	12.99 ± 3.50
MTT (s)	19.55 ± 3.84	36.12 ± 5.52
V_s (cm/s)	4.05 ± 1.44	2.14 ± 0.64

注:各指标在心功能减退状态与基础状态比较,差异有极显著性意义($P < 0.001$)。

讨 论

心腔声学造影用于评价右心功能的理论基础是指示剂稀释原理,即根据右心室对比剂被血流稀释的浓度变化(以声学强度反映)来反映右心输出量,进而评价右心功能。对比剂微泡为一种指示剂,在心腔的浓度与视频密度呈对数关系^[2],所形成的声学强度随时间变化的规律适于用函数拟和。

$$y(t) = Ae^{-kt} + B$$

y 表示 t 时间所对应的强度, t 表示造影过程中某一具体时间, k 为时间常数, e 为一常数值, A 表示所选定的该段曲线的强度之和, B 为本底强度。由此公

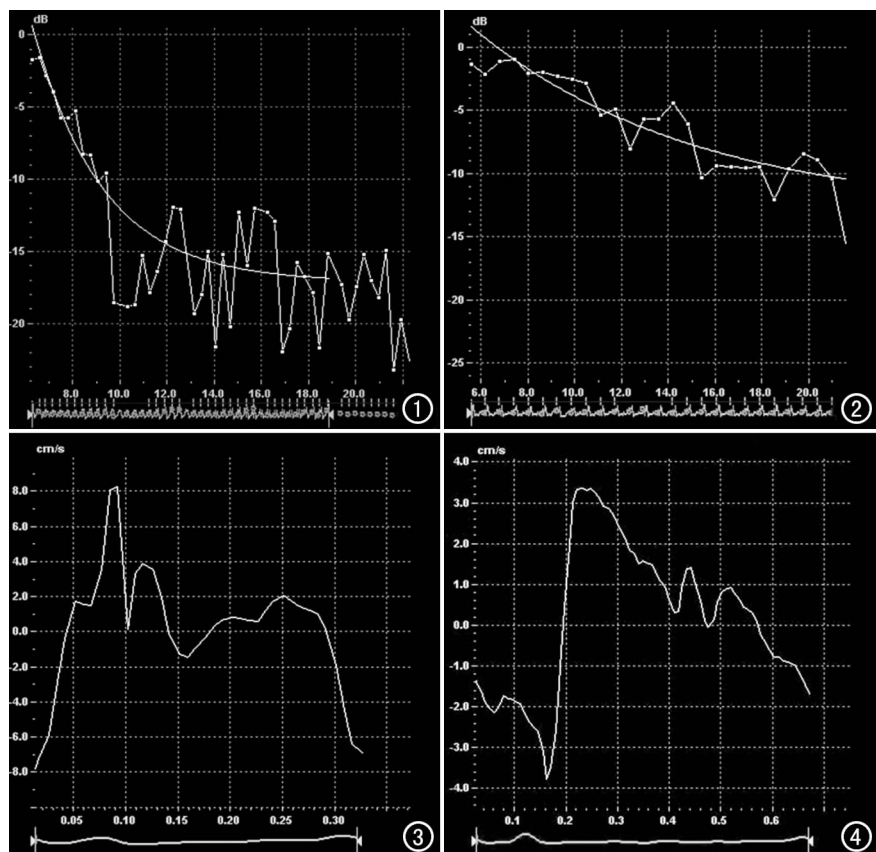


图 1 基础状态 TIC 曲线示曲线曲率大,平均通过时间短。图 2 心功能减退状态 TIC 曲线示曲线曲率小,平均通过时间延长。图 3 基础状态三尖瓣环收缩期运动速度曲线示三尖瓣环运动峰值速度高。图 4 心功能减退状态三尖瓣环收缩期运动速度曲线示三尖瓣环运动峰值速度减低。

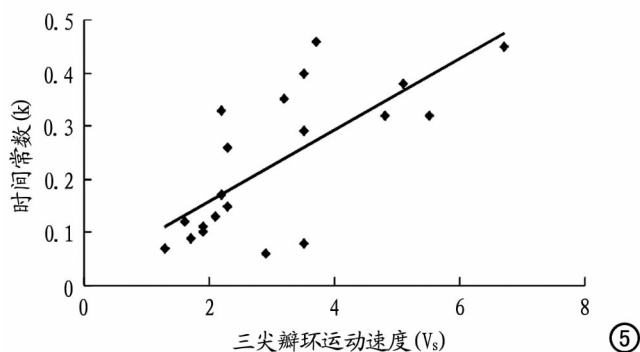


图 5 时间常数与三尖瓣环收缩期运动速度的相关性分析图。

式即可计算出 $TIC^{[3,4]}$ 。随着 t 值的增大, y 值则减小, 当 t 值增大到某一数值时, e^{-kt} 则小到近似为 0, 而此时的 y 值则近似等于 B 。 k 表示 TIC 曲线的曲率, 反映对比剂的清除率, k 值越大, 曲线的曲率越大, 单位时间内右室的对比剂清除越多, 心排量越大; 反之, k 值越小, 心排量越小。就心功能而言, k 值越大, 心功能越强; k 值越小, 心功能越差。研究表明, k 值与右室排量、左室 EF 及 FS 呈明显正相关关系。本研究中也发现, 随着心功能的减退, k 值逐渐减小。

QTVI 作为一种超高帧频组织速度显像技术, 能实时获取心肌各节段运动的全部信息, 可以提供一种快速的评价心室功能的方法。曾有学者^[5]报道, 二尖瓣环下行运动速度与左室射血分数呈良好的线性关系, 表明瓣环下行运动速度在估测左室收缩功能方面成为可能。近年来随着右心功能研究的深入开展, 有学者^[6]应用 QTVI 技术测量三尖瓣环运动速度评价右心收缩功能, 发现在右心功能受损时, 其 V_s 明显减

低。本研究也得出类似结论, 在心功能减退时, V_s 显著减低 ($P < 0.001$), 且与 k 值呈正相关关系 ($r = 0.71, P < 0.001$)。

右心腔声学造影及 QTVI 技术都具有较好的重复性, 且 k 值和 V_s 不受右心室的几何形态的影响, 其功能参数能较好地反映右心室的整体功能, 避免了形态学参数定量检测右心功能的缺陷, 为右心功能的超声检测提供了新的手段。

参考文献:

- [1] Spencer KT, Garcia MJ, Weinart L, et al. Assessment of Right Ventricular Systolic and Diastolic Performance Using Automated Border Detection[J]. Echocardiography, 1999, 16(7): 643-652.
- [2] Xie F, Meltzer RS. Determination of Ejection Fraction from Contrast Echocardiography Using Videodensitometry in an invitro Model[J]. J Ultrasound Med, 1988, 7(10): 581-587.
- [3] Jonathan RL, Christion F, Kevin W, et al. Myocardial Perfusion Characteristic and Hemodynamic Profile of MRX-115, a Venous Echocardiographic Contrast Agent, During Acute Myocardial Infarction[J]. J Am Soc Echocardiogr, 1998, 11(1): 36-46.
- [4] Kaul S. Quantification of Myocardial Perfusion with Contrast Echocardiography[J]. Am J Cardiac Imag, 1991, 5(2): 200-216.
- [5] Gulati VK, Katz WE, Follansbee WP, et al. Mitral Annular Descent Velocity by Tissue Doppler Echocardiography as an Index of Global Left Ventricular Function[J]. Am J Cardiol, 1996, 77(11): 979-984.
- [6] Meluzin J, Spinarova L, Bakala J, et al. Pulsed Doppler Tissue Imaging of the Velocity of Tricuspid Annular Systolic Motion, a New, Rapid and Noninvasive Method of Evaluating Right Ventricular Systolic Function[J]. Eur Heart J, 2001, 22(4): 340-348.

(收稿日期: 2004-11-02 修回日期: 2005-01-21)

《双语医学影像学》(英汉对照) 出版

中南大学湘雅医学院肖恩华教授主编, 中国工程院院士、中南大学校长黄伯云教授作序, 华中科技大学同济医学院冯敦生教授、南方医科大学张雪林教授主审的《双语医学影像学》(英汉对照) 已由中南大学出版社于 2005 年 8 月正式出版, 书号为 ISBN7-81105-091-9/R·008。该书为国内第一本医学影像学双语教材, 本书分总论、骨骼和肌肉系统、胸部、腹部、中枢神经系统和头颈部、介入放射学六大部分共十八章。第一篇为总论, 主要介绍 X 线、CT、MRI 等成像技术; 第二篇至第五篇为各系统的诊断, 主要介绍 X 线、CT、MRI 的检查方法、影像的观察与分析 and 常见疾病的影像表现; 第六篇为介入放射学, 介绍常用的、较成熟的血管性和非血管性介入治疗方法。该书是随着近年来我国医学影像学的快速发展与医学教学改革诞生的, 适应于医学影像学的双语教学。

该书为 16 开本, 定价 60 元。欲购者请与中南大学出版社发行部联系。

地址: 410083 中南大学出版社发行部

电话: 0731-8876770, 8836721

邮购: 0731-8830330 传真: 0731-8710482