

调节呼吸频率对心率变异的影响*

沈仲元¹ Shin Lin² 余平¹ 竺英祺¹ 章其虎¹ 瞿敏红¹

1 上海中医药大学 (上海 200030)

2 美国加州大学尔湾生物学院 (USA CA 92697)

[摘要] 目的 探讨在不同呼吸频率调节下呼吸对心率变异 (heart rate variability, HRV) 的影响。方法 对 48 例被试者用标准指导语控制 5 次/min, 10 次/min, 20 次/min 均匀呼吸调节指导, 同步用动态 Holter 记录心电和呼吸波型。结果 在 5 次/min, 10 次/min, 20 次/min 均匀呼吸调节下, HRV 分别在 0.05~0.12Hz、0.15~0.20Hz、0.23~0.30Hz 出现呼吸峰。同时呼吸的周期变化和心率的 R-R 间期变化完全同步。结论 均匀呼吸不仅影响 HRV 的高频段, 而且还会影响 HRV 的低频段。呼吸频率与心率变异的频率完全一致。心率变异的呼吸峰频率=呼吸频率 (min) / 心搏频率 (min)。因此, 均匀呼吸调节引起的 HRV 变化是否完全反映心血管自主神经平衡调节的变化, 还需要更多的探讨。

[关键词] 呼吸方法 呼吸峰 心率变异 自主神经

The Influence of Respiratory Frequency adjustment to Heart Rate Variability*

Shen Zhong-yuan¹ Shin Lin² Yuping¹ Zhu Yingqi¹ Zhang Qihu¹ Qu Minhong¹

1 Shanghai University of Traditional Chinese Medicine

2 University of California Irvine USA

Abstract: **Objective:** to explore the influence of respiration to HRV under different respiratory frequency adjustment. **Methods:** 48 testes were tested by uniform respiration at 5/min, 10/min and 20/min, recording electrocardiogram (ECG) and respiratory wave. **Results:** respiration peaks were shown at 0.05-0.12Hz, 0.15-0.20Hz and 0.23-0.30Hz respectively. it is in complete synchronization between cyclical change of respiration and interval R-R. **Conclusions:** The uniform respiration frequency affects not only high-frequency HRV, but also low-frequency HRV. HRV respiration peak frequency = respiration frequency(min) / HR(min). therefore, to explore whether HRV changes brought by uniform respiration can reflect the changes of the balance regulation of cardiovascular autonomic nerve, more research is necessary.

呼吸是心率变异性 (HRV) 的一个重要影响因素, 现代医学已经证明呼吸既受中枢的调节, 也受自主神经的调节, 不同的呼吸方式对人体生理功能会产生不同影响。[1]因此, 在人的生命活动中, 呼吸活动是被动的, 不受主体控制的, 称为非随意性呼吸。但又能主动地部分控制, 称为随意性呼吸。呼吸活动既能反映自主神经活动的特点, 又能影响自主神经活动的平衡。近年来的呼吸研究热点, 如心率变异 (heart rate variability, HRV) 和呼吸性窦性心律不齐 (respiratory sinus arrhythmia, RSA), 以及自主神经的平衡调节与中枢控制的相互作用研究证明了上述观察[2]。国内学者和我们的研究都对呼吸调节影响自主神经平衡做过探讨并取得相应的结果 [3][4][5][6]。但是迄今为止, 系统的呼吸方式调节 (包括频率、方式、通气量) 对心率变异及自主神经调控作用的影响缺乏深入的研究, 本研究是在以往的基础上对这些内容作进一步的探讨。

1 资料与方法

1.1 受试对象

于 2004 年~2008 年共观察受试者 48 例，男 20 例，女 28 例，年龄 37 岁~50 岁。均排除心血管疾病和糖尿病，能熟练进行呼吸调节者。

1.2 检测方法

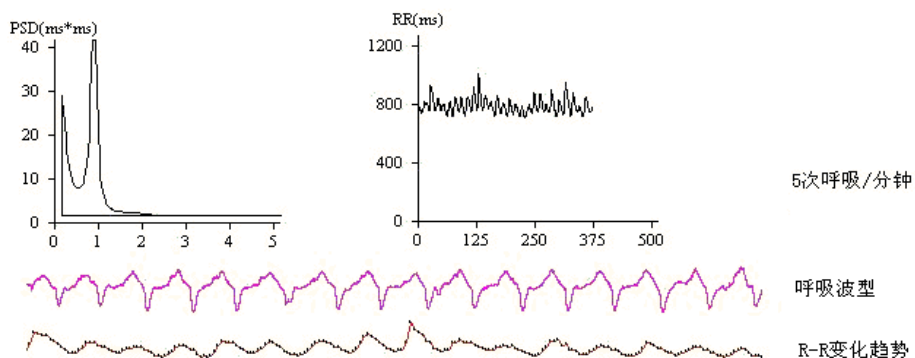
佩带 PI2000 全息 3 导动态心电 Holter（美国 PI 公司生产）和呼吸换能器（国家航天医学工程研究所生产），其中有二导心电，一导呼吸。在预先录制好的 CD 盘或录音带放音指导下进行 5 次/min、10 次/min、20 次/min 的呼吸调节，每个单元 5 min，中间休息 10 min。整个过程 60~75 min。在测试过程中，同步记录完整的动态心电数据，同步记录呼吸波形。记录完毕后通过 USB 通讯接口，将数据回放至计算机，由相应软件作分析整理，剔除伪差和异常波形，进行心率变异分析和其他分析，输出结果。

2 结果

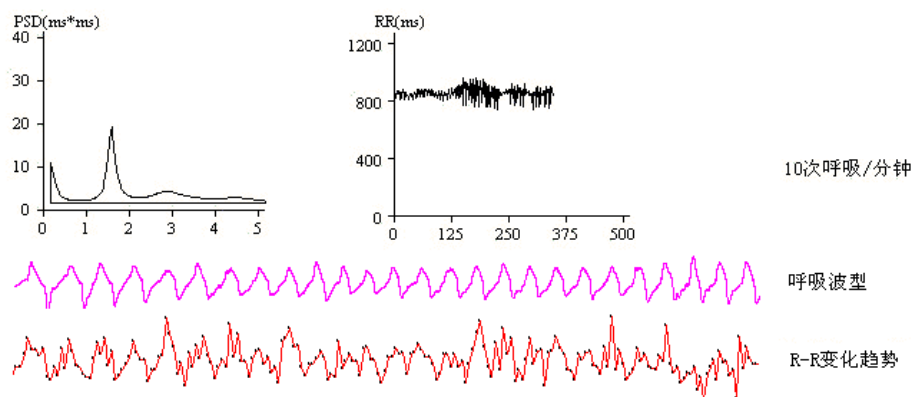
2. 1: 在呼吸调节条件下，呼吸频率与心跳周期变化有明显的相关性，心率变异的调息峰（呼吸峰）随呼吸频率的改变而改变，即呼吸频率变慢，呼吸峰左移，呼吸频率加快，呼吸峰右移。可见不同呼吸频率调节状态下各频段的呼吸峰和规则的呼吸波，呼吸频率曲线可以与心率变异曲线完全一致。呼吸频率与心率变异的频率也完全一致。计算后可得出呼吸频率和心率变异呼吸峰的定量关系：

$$\text{心率变异的呼吸峰频率} = \text{呼吸频率 (min)} / \text{心搏频率 (min)}$$

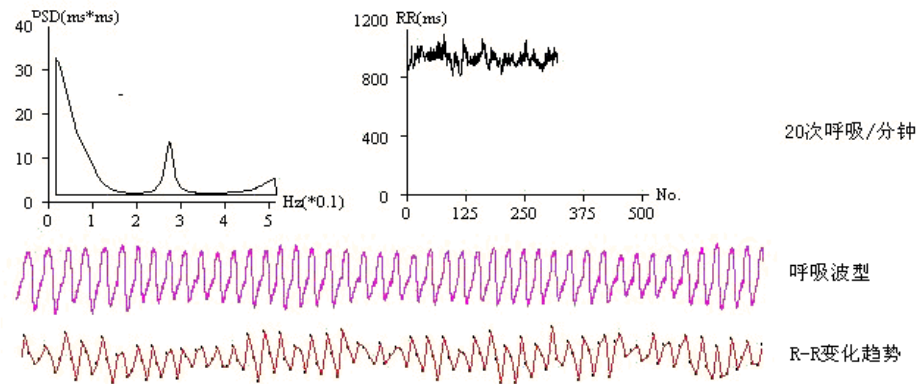
2. 2: 在呼吸频率 5 次/min 条件下，可以看到低频段在 0.05 Hz~0.12 Hz 之间有一个明显的调呼吸峰和规则的呼吸波形，以及规则的 R-R 周期变异的趋势图；见图 1



2. 3: 在呼吸频率 10 次/min 条件下，可以看到低频段在 0.10 Hz~0.15 Hz 之间有一个明显的呼吸峰和规则的呼吸波形，以及规则的 R-R 周期变异的趋势图；见图 2



2. 4: 在呼吸频率 20 次/min 条件下，可以看到低频段在 0.25 Hz~0.30 Hz 之间有一个明显的呼吸峰和规则的呼吸波形，以及规则的 R-R 周期变异的趋势图。见图 3



3 讨 论

3. 1: 在呼吸调节条件下, 呼吸频率与心跳周期变化有明显的相关性, 心率变异的呼吸峰随呼吸频率的改变而改变, 即呼吸频率变慢, 呼吸峰左移, 呼吸频率加快, 呼吸峰右移, 也与以往报道一致[3][4] [5]。但以往研究认为, 呼吸仅影响高频段(0.15 Hz~0.4 Hz) [4] [10], 而实际上随着呼吸频率的减低, 呼吸峰明显影响了低频段(0.05~0.1Hz)。这说明 HRV 低频段的高功率, 很可能与呼吸调节有关。近年来的研究已经证实, 心率变异中的高频段代表了迷走神经的兴奋, 低频段代表了交感神经的兴奋或交感和迷走的共同作用。当高频和低频比值增大时, 表示迷走神经张力增高, 但对低频段任然有不确定性[6] [7] [8]。我们认为这是否与低频率的呼吸有关, 或者说在均匀呼吸调节下, 心率变异的高功率峰是否能完全反应交感和迷走神经的平衡调节, 需要进一步的探讨。

3. 2: 本实验证实了呼吸频率的调节可引起心率变异功率谱能量的改变, 并且首次证实了在呼吸调节条件, 呼吸频率和心率变异的定量关系:

$$\text{心率变异 (HRV) 的呼吸峰频率} = \text{呼吸频率 (mi n)} / \text{心跳频率 (mi n)}$$

呼吸是心率变异性的一个重要影响因素。肺的周期性充气影响交感副交感神经的张力。正常自主吸气时心率加快, 而呼气时心率减慢, 称为呼吸性窦性心律不齐, 它反映了呼吸、循环两系统之间耦合的敏感性。通常认为吸气时交感神经兴奋占主导地位, 而呼气时副交感神经兴奋占主导地位 [11]。但在实验结果中我们不仅看到呼吸性窦性心律不齐的现象, 更重要的是我们还看到 R-R 变化的曲线和呼吸曲线几乎可以完全重叠, 一个呼和吸的周期正好与一个 R-R 间期由小变大再变小的变化周期一致。也就是说, 呼吸频率和心率变化频率完全一致。同时, R-R 间期变化的幅度也基本与呼吸波幅度(呼吸通气量)变化一致, 呼吸波幅度大, R-R 间期变化的幅度也大。呼吸波幅度小, R-R 间期变化的幅度也小。即使在自主呼吸而非调控呼吸条件下也是如此。因此我们认为: 心率变异的功率谱变化不仅与自主神经调节有关, 还可能与呼吸的胸腔压力变化引起压力感受器变化、体液化学变化引起化学感受器变化有关。这说明参与呼吸的组织的复杂性, 以及呼吸对各种刺激响应的复杂性, 使得呼吸对心率变异的影响十分复杂, 几乎影响着它的每一个层次。我们认为这方面的深入研究将会对心率变异理论认识进一步提高, 有可能对检测和评判自主神经平衡调节损害方法学的改进得到新的完善。

参考文献:

[1] 上海第一医学院主编. 人体生理学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1978, 229-238.
 [2] Song HS, Lehrer PM. The effects of specific respiratory rates on heart rate and heart rate

- variability[J].Appl Psychophysiol Biofeedback, 2003,(1):13-23.
- [3] 余平, 沈仲元, 柴剑宇, 等. 气功调息的心率变异[J]. 上海中医药大学学报, 1999, 13: 57-59.
- [4] 李莉, 朱经武. 呼吸对心率变异的影响[J]. 心功能杂志, 1998, 10: 108-110.
- [5] 孙福立, 李德明. 几种气功调息下的心率变异特点[J]. 中国中西医结合杂志,1992, 12: 9-10.
- [6] Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interoperation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electro physiology[J].Circulation[J]. 1996, 93 (5): 1043-1065.
- [7] 陆再英. 心率变异分析方法学的标准化及结果的正确评价[J]. 中国心脏起搏与心电生理杂志,1996, 10: 222-224.
- [8] 侯月梅. 影响心率变异因素的研究进展[J]. 心血管病学进展, 2001, 2: 31-33.
- [9] 张开滋, 刘海洋, 吴杰, 等. 心电信息学[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1998, 163-166.
- [10] 刘雪红, 王克强, 李川勇. 呼吸对心率变异性的影响[J]. 国际生物医学工程杂志, 2006, 2: 56-57.
- [11]朱蕾, 刘又宁, 钮善福 . 临床呼吸生理学[M]. 人民卫生出版社, 2008, 496.

*[基金项目] 上海市自然科学基金会立项资助 054119636
中美合作科研基金资助项目 97261119D

[作者简介] 沈仲元 (1951-), 男, 副研究员, 主要从事医学生理和生物医学工程研究。