

人体呼心率和吸率的非接触式测量临床探究

李春霞

南昌大学第一附属医院 江西南昌 330006

摘要: 目的: 对比分析非接触式心率呼吸记录仪与睡眠监护仪对心率和呼吸率检测结果的一致性, 验证非接触式记录仪检测的准确性。方法: 招募十位受试者, 在卧位的状态下, 同时采用多导睡眠仪和非接触式心率呼吸记录仪检测心率和呼吸率, 进行数据分析。并采用无接触式心率呼吸记录仪测量受试者仰卧、侧卧和俯卧姿势的心率和呼吸率, 判定其设备的可靠性。结果: 两种测量设备测量的心率和呼吸率基本一致, 无显著差异, 其最大绝对误差均小于 1 次/min, 一致性分析得出一致性良好。在四种不同睡眠姿势下测得的心率和呼吸率相对稳定, 变化轻微。结论: 非接触式心率呼吸记录仪测量心率和呼吸率结果准确且可靠, 操作简单无束缚, 可临床推广使用。

关键词: 非接触式; 心率; 呼吸率

引言

随着各种病毒的大肆流行, 人们开始倾向于无接触式传感设备的使用, 而各公司也致力于研发非接触式的各种设备, 以最大程度的减少接触带来感染的风险^[1]。而这导致了非接触医疗设备的快速的发展, 特别是对于一些需要持续、实时检测和控制的参数所需要的设备, 例如无接触式心率及呼吸率的监护设备。检测患者的心率和呼吸率被认为是检测和治疗过程中的必要程序, 因为该指标是监测健康状况、身体异常状况的关键体征参数^[2]。目前医院常用的监测心率和呼吸率的设备是接触式的传感设备, 然后转化成电信号显示出来。但是这种设备必须要专业人员操作, 而且长时间的佩戴会引起人体不适, 并且会影响患者的心情, 更为关键的是接触交叉使用会增加疾病传染的机率^[3]。在此背景下, 非接触式检测已经成为该领域的必然趋势, 而日新月异的高科技成果更为该技术的发展提供了坚实支撑。本文采用非接触式的心率呼吸记录仪和接触式的多导睡眠仪进行同步对照研究, 检验非接触式心率呼吸记录仪对人卧位心率和呼吸频率监测的可行性及准确性。

1. 资料与方法

1.1 资料及方法

招募 10 位受试者, 其中女性 4 名, 男性 6 名让他们躺在床上休息或者睡觉, 将非接触式心率呼吸记录仪 (WSM-LN-M01), 由广州中科新知科技有限公司生产。将传感单元放置于卧床上枕头的正下方, 或头正下方的床单下, 通电启

动, 绑定移动端, 进行心率和呼吸率的测量。同时采用睡眠监护仪 (SC-500、南京博创海云电子科技有限公司) 心电模块采集并记录心率, 使用应变片或压电传感器来检测呼吸率, 过程由专业的医护人员操作。在同一时间断记录非接触式心电记录仪 (以下称试验设备) 和睡眠监护仪 (以下称对照设备) 检测的心率和呼吸率, 重复记录 3 次, 同一受试者两种设备的记录时间不能超过 30 s。另外单独用心率呼吸记录仪监测受试者在仰卧、左侧卧、右侧卧和俯卧四种状态下的心率和呼吸率, 每种睡眠姿势中各测试 200 秒, 每 20 秒采集一次数据, 评估不同睡姿下测量结果的一致性。

1.2 纳入与排除标准

纳入标准: ①可正常卧位休息或者睡眠; ②近两个月未服用任何激素类药物; ③患者均知情同意本研究。

排除标准: ①使用心脏起搏器的患者; ②具有任何需要急救的紧急医疗状态的患者; ③神志不清或精神障碍者; ④依从性较差者。

1.3 统计学处理

采用 SPSS22.0 进行数据分析, 计算受试者心率及呼吸率的平均值及标准偏差 ($\bar{x} \pm s$), 采用 t 检验分析, 比较两种设备检测结果的差异性及其一致性, $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2. 结果

2.1 结果的准确性分析

计算 10 名受试者重复测量 3 次的平均值和标准差, 如

表 1, 试验设备和对照设备的心率相差不大, 最大绝对误差小于 1 次/min; 呼吸率的结果基本一致, 其均值的最大绝对误差小于 1 次/min, 且经过分析后得出每个受试者的心率和呼吸率无显著差异, 说明非接触式心率呼吸记录仪和专业设备对心率的检测结果一致。

表 1 试验设备和对照设备的心率和呼吸率测量结果比较 ($\bar{x} \pm s$)

受试者编号	性别	心率 ($\bar{x} \pm s$)		呼吸率 ($\bar{x} \pm s$)	
		试验设备	对照设备	实验设备	对照设备
1	女	51.2 $\pm$ 1.7	51.3 $\pm$ 1.8	12.3 $\pm$ 1.2	12.1 $\pm$ 1.7
2	女	73.1 $\pm$ 1.6	73.2 $\pm$ 1.5	16.0 $\pm$ 1.5	16.2 $\pm$ 1.8
3	女	61.1 $\pm$ 2.3	61.2 $\pm$ 1.3	20.8 $\pm$ 1.4	20.5 $\pm$ 1.5
4	女	76.3 $\pm$ 1.1	75.9 $\pm$ 1.1	9.0 $\pm$ 0.1	9.0 $\pm$ 0.7
5	男	69.3 $\pm$ 1.8	68.9 $\pm$ 2.0	17.0 $\pm$ 1.5	17.2 $\pm$ 1.2
6	男	60.6 $\pm$ 1.1	60.2 $\pm$ 2.0	19.0 $\pm$ 1.6	18.8 $\pm$ 1.1
7	男	62.5 $\pm$ 1.6	62.9 $\pm$ 1.0	14.3 $\pm$ 1.3	14.3 $\pm$ 1.6
8	男	74.8 $\pm$ 0.6	74.3 $\pm$ 1.5	18.8 $\pm$ 1.5	18.7 $\pm$ 1.6
9	男	62.1 $\pm$ 0.9	62.5 $\pm$ 1.0	19.0 $\pm$ 1.2	19.2 $\pm$ 1.1
10	男	53.3 $\pm$ 1.2	53.4 $\pm$ 1.0	14.6 $\pm$ 2.1	14.5 $\pm$ 2.2

2.2 结果一致性分析

采用 10 位受试者的样本数据来分析实验设备和对照设备测量心率和呼吸率数值的一致性。根据 Bland-Altman 分析方法, 95% 一致性界限 (LOA) 等于 1.96 倍标准差。计算得出的心率指数的一致性界限为 -0.62 次/min 至 0.72 次/min, 而呼吸频率指数的一致性上下界限分别为 -0.33 次/min 和 0.39 次/分。心率和呼吸频率差值的所有数据点均落在 Bland-Altman 分析图的一致性界限内, 表明试验设备的心率和呼吸率与参考设备测量值高度一致^[4]。

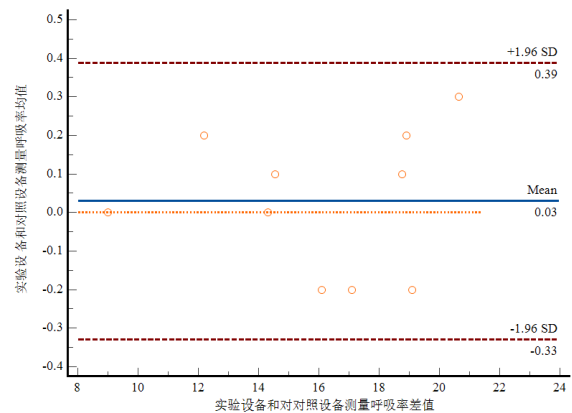
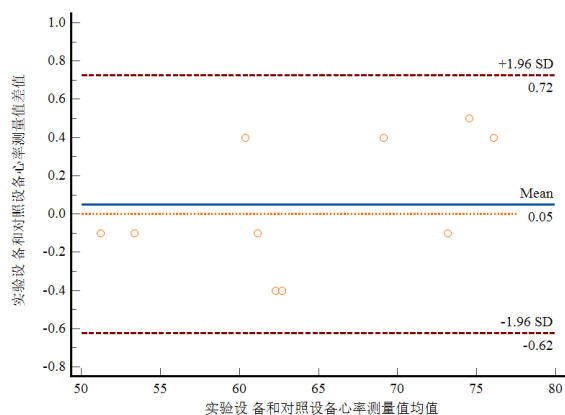


图 1 两种设备测量的心率和呼吸率的 Bland-Altman 分析图

2.3 试验设备的可靠性分析

一般来说, 人们的睡眠大致可分为仰卧、左侧卧、右侧卧和俯卧四种。本研究中要求受试者在上述四种睡眠姿势中各测试 200 秒, 每 20 秒采集一次数据, 以检查不同睡眠姿势下结果的一致性。试验设备测试受试者每种睡眠姿势下测得的心率和呼吸率结果如图 2 所示, 在四种不同睡眠姿势下测得的心率和呼吸率相对稳定, 只有轻微变化。对每个姿势下的测量值进行计数, 以便更直观地比较不同床垫位置的测量结果, 如表 2 所示。表 2 包含受试者四种睡眠姿势下心率和呼吸率的平均值和标准差, 以及不同睡眠姿势下心率的变化量和呼吸率的变化量。如表所示, 不同姿势下测得的心率和呼吸率的均值和标准差彼此接近。此外, 在其他测试位置所测得的呼吸率的变化在测试卧位所测得结果的 2.9% 以内, 而其他测试位置所测得的心率的变化在测试卧位所测得结果的 5.8% 以内, 这与心率和呼吸频率的自然波动情况相符^[5]。

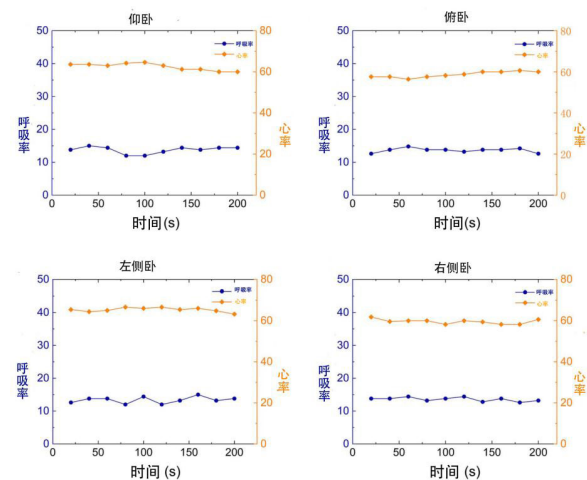


图 2 不同睡姿下试验设备测量心率和呼吸率的检测值

表 2 不同睡姿下心率和呼吸率的测量结果统计值

结果	姿势			
	仰卧	左侧	右侧	俯卧
呼吸率值 ($\bar{x} \pm s$)	13.76 $\pm$ 1.01	13.57 $\pm$ 0.65	13.57 $\pm$ 0.59	13.36 $\pm$ 0.99
心率值 ($\bar{x} \pm s$)	62.34 $\pm$ 1.62	58.70 $\pm$ 1.39	59.33 $\pm$ 1.21	65.37 $\pm$ 1.05
呼吸率的差异性	0	1.3%	1.3%	2.9%
心率的差异性	0	5.8%	4.8%	4.8%

3. 讨论

实验结果表明,非接触式心率呼吸记录仪具有良好的准确性和可靠性。这与近些年来一些非接触式的睡眠监护设备的研究结果类似。比如 Garbey M 等人^[6]提出用热感图像法来检测人体局部的血液流动、心率以及呼吸率等指标。王旭之^[7]等人采用视觉放大原理测量心率和呼吸率,通过研究得出测量结果准确。周富民^[8]等人研究了夹层多模光纤 MZI 传感器测量生理信号,得出了夹层多模光纤 MZI 传感器灵敏度高,测量结果准确。这使我们相信,将传感器设备放在枕头下方或头正下方的床单下,以实现非接触式的呼吸率和心率监测是可行的。在本研究中我们采用了睡眠监护仪和心率呼吸率记录仪同步测量受试者的心率和呼吸率,

分析了两种设备测量值的差异,得出两种设备测量心率和呼吸率的结果基本一致,无显著性差异。另外也采用 Bland-Altman 分析法分析了两组数据的一致性,其数据差值均在 95% 的置信区间内,得出两种测试方法的一致性良好。测量了在不同卧位姿势下心率和呼吸率的变化量,分析心率呼吸设备的可靠性,结果得出不同姿势下测得的心率和呼吸率的均值和标准差彼此接近,且变化值与心率和呼吸频率的自然波动情况相符。这说明本研究中的无接触式心率呼吸记录仪的测量结果准确,

4. 结论

非接触式心率呼吸记录仪其原理简单,成本低,舒适度和灵敏高,可以实现卧位下对心率和呼吸率的非接触式监测,

且测量后的数据通过移动网络传输可供远程查看和评估。作为医疗设备,临床应用上可为医疗机构提供的一项简单、便捷、有效的监测方案,具有临床推广价值。

参考文献:

- [1]Y. Cho, S. J. Julier, N. Marquardt and N. Bianchi-Berthouze,Robust tracking of respiratory rate in high-dynamic range scenes using mobile thermal imaging, Biomed. Opt. Express, 2017, 8(10), 4480 – 4503.
- [2] 马俊领,王成,李章俊,等.基于 PPG 的心率和呼吸频率的测量研究[J].光学技术,2011, 37(3): 309–12,2019,(05):1–4.
- [3]A. Lewicke, E. Sazonov, M. J. Corwin, M. Neuman and S.Schuckers, Sleep versus wake classification from heart ratevariability using computational intelligence: considerationof rejection in classification models, IEEE Trans. Biomed.Eng., 2007, 55(1), 108 – 118..
- [4]P.F. Watson, A. Petrie, Method agreement analysis: A review of correct methodology, Theriogenology 73 (9) (Jun. 2010) 1167 – 1179
- [5]S.C. Malpas, G.L. Purdie, Circadian variation of heart rate variability, Cardiovasc. Res. 24 (3) (Mar. 1990) 210 – 213.
- [6]Garbey M, Sun N, Merla A, et al.ontact-free measurementof cardiac pulse based on the analysis of thermal imagery[J].IEEE transactions on bio-medical engineering, 2007, 54 (8) : 141–148.
- [7] 王旭之.基于视觉放大原理的心率和呼吸率监测方法研究[D].河北工业大学,2018.
- [8] 周富民.基于夹层多模光纤 MZI 传感器的人体心率与呼吸率监测研究[D].重庆理工大学,2024.

作者简介:

李春霞(1978--)女,汉族,江西南昌,硕士研究生,南昌大学第一附属医院,副主任医师,研究方向:睡眠障碍