

基于毫米波雷达的睡眠呼吸记录仪在生命体征数据实时监测中的应用

梁今轩

(梅河口市中心医院 吉林梅河口 135000)

【摘要】目的：在于对比基于毫米波雷达的KY-30睡眠呼吸记录仪与传统接触式睡眠监测设备在生命体征数据实时监测中的应用效果。方法：是选取2024年1月至2024年12月在我院睡眠监测中心的100名受试者，以随机数字表法分为观察组和对照组各50名，两组在性别、年龄等一般资料上具有可比性。观察组使用KY-30睡眠呼吸记录仪，依据不同睡眠场景规范安装并通过APP完成设备绑定和配网；对照组采用传统接触式睡眠监测设备，根据受试者个体差异规范佩戴。以多导睡眠监测仪数据为参考，记录两组设备整晚监测的呼吸率、心率数据，计算准确率、误差率并评估与金标准的相关性。结果：在呼吸率监测上，观察组准确率96.5%，对照组89.3%，且观察组与金标准相关性更强 ($r_1=0.94 > r_2=0.85$)；心率监测方面，观察组准确率95.8%，对照组88.6%，观察组与金标准相关性更好 ($r_3=0.93 > r_4=0.83$)，两组误差率差异均显著 ($P < 0.05$)。结论：为KY-30睡眠呼吸记录仪在生命体征数据实时监测中表现优异，准确率高且与金标准相关性良好，与国内外相关研究相符，在临床睡眠监测和家庭健康管理方面应用潜力大，值得广泛推广。

【关键词】毫米波雷达；睡眠呼吸记录仪；生命体征监测

Application of Sleep Breathing Recorder Based on Millimeter Wave Radar in Real time Monitoring of Vital Signs Data

Liang Jinxuan

(Meihekou Central Hospital, Meihekou City, Jilin Province 135000)

[Abstract] Objective: To compare the application effect of KY-30 sleep respiratory recorder based on millimeter wave radar and traditional contact sleep monitoring equipment in real-time monitoring of vital sign data. Method: A total of 100 participants from January 2024 to December 2024 were selected from our sleep monitoring center and randomly divided into an observation group and a control group, with 50 participants in each group. The two groups were comparable in terms of general information such as gender and age. The observation group used KY-30 sleep breathing recorder, installed according to different sleep scene specifications, and completed device binding and distribution through the APP; The control group used traditional contact type sleep monitoring equipment and wore it according to individual differences of the subjects. Using multi-channel sleep monitoring data as a reference, record the respiratory rate and heart rate data monitored by two sets of devices throughout the night, calculate the accuracy and error rate, and evaluate the correlation with the gold standard. Result: In terms of respiratory rate monitoring, the accuracy rate of the observation group was 96.5%, while that of the control group was 89.3%, and the correlation between the observation group and the gold standard was stronger ($r_1=0.94 > r_2=0.85$); In terms of heart rate monitoring, the accuracy rate of the observation group was 95.8%, while that of the control group was 88.6%. The correlation between the observation group and the gold standard was better ($r_3=0.93 > r_4=0.83$), and the difference in error rate between the two groups was significant ($P < 0.05$). Conclusion: The KY-30 sleep breathing recorder performs well in real-time monitoring of vital sign data, with high accuracy and good correlation with the gold standard, which is consistent with relevant research at home and abroad. It has great potential for clinical sleep monitoring and home health management and is worthy of wide promotion.

[Key words] millimeter wave radar; Sleep breathing recorder; Vital sign monitoring

在人体的生理活动中，睡眠占据着举足轻重的地位，它是人体恢复机能、维持健康的关键环节^[1]。在睡眠期间，呼吸率、心率等生命体征数据宛如精准的健康“晴雨表”，能够敏锐地反映出人体的健康状况。过往传统的生命体征监测手段，尤其是佩戴式设备，虽能获取数据，但弊端也十分明显。这些设备需要使用者在睡眠时贴身佩戴，不仅会在身体上带来束缚感，影响睡眠时的舒适度，还可能导致使用者在睡眠过程中频繁调整姿势，进一步干扰正常睡眠，极大地降

低了睡眠质量，给使用者造成诸多不适^[2]。而基于毫米波雷达技术的睡眠呼吸记录仪，为这一困境带来了全新的突破。该技术凭借先进的原理，无需与人体直接接触，就能实现对呼吸率、心率等生命体征的实时、精准监测^[3]。这种非接触、无干扰的特性，有效规避了传统设备的缺陷，为睡眠健康监测领域注入了新的活力，在未来有着极为广阔的应用前景，有望成为睡眠健康监测的主流方式。

1.资料与方法

1.1 一般资料

在2024年1月至2024年12月期间,于我院的睡眠监测中心,招募了100名进行睡眠监测的受试者。受试者年龄范围为20~60岁,平均年龄(38.5 ± 10.2)岁。采用随机数字表法将受试者随机分为观察组和对照组,每组各50名。这100例志愿者随机分为观察组和对照组,每组各50例。观察组中男性28例,女性22例,年龄范围21~58岁,平均年龄(39.8 ± 7.9)岁;对照组中男性28例,女性22例,年龄范围20~60岁,平均年龄(41.2 ± 8.5)岁。经统计学检验,两组志愿者在性别、年龄等一般资料方面比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。

1.2 纳入与排除标准

纳入标准:

- ①年龄在18~65岁之间;
- ②能够配合完成睡眠监测过程;
- ③无严重的精神疾病、认知障碍,可理解并遵循监测要求;
- ④无影响睡眠呼吸或心率的严重心肺疾病、神经系统疾病。

排除标准:

- ①近期(3个月内)有重大手术史;
- ②睡眠呼吸暂停低通气综合征(中重度)且正在接受治疗;
- ③严重肥胖($BMI > 35\text{kg/m}^2$)可能影响监测准确性;
- ④对监测设备过敏;
- ⑤孕妇。

1.3 方法

本次观察组均使用KY-30睡眠呼吸记录仪进行生命体征监测。在安装设备前,先了解受试者的睡眠场景,若为单人睡眠场景,工作人员会在距离床面1米高的墙上找到左右居中点标记位置,若遇到安装环境不满足的情况,例如墙面存在障碍物等,可在不超过向下20cm的范围内浮动标记;若为双人睡眠场景,会在被测者床边延长线上方墙面1米高的位置标记,若该位置不便安装,像墙面有插座等影响,可向内侧移动不超过20cm。标记完成后,仔细检查墙面,确保墙面平整、无灰尘且干燥,之后使用3M胶将底座粘贴到标记位置。对于单人睡眠场景的受试者,设备直接固定到底座上即可;而双人睡眠场景的受试者,则需加装旋转支架,并旋转设备,使设备的灰色区域准确朝向被测者胸腔所在方向。完成设备安装后,连接Type-C接口的电源适配器为设备供电。工作人员指导受试者使用手机,先连接2.4GHz WiFi,同时开启手机蓝牙功能,接着通过微信扫描二

维码下载“清雷健康APP”。在APP中,按照引导流程进行设备绑定和配网操作,最后将监测仪主体安装到底座或旋转支架上,开始对受试者的睡眠期间生命体征进行监测。

对照组受试者,使用传统接触式睡眠监测设备进行监测。在为受试者佩戴设备时,工作人员会根据设备使用说明,充分考虑受试者的个体差异,如体型、睡眠习惯等,确保传感器与皮肤紧密接触。对于心率监测传感器,会选择在受试者胸部合适位置进行佩戴,保证电极片与皮肤贴合良好,避免因皮肤出汗、衣物摩擦等因素导致接触不良;对于呼吸率监测传感器,选择在手腕等部位正确佩戴,调整好佩戴的松紧度,过松可能影响数据采集,过紧则会让受试者感到不适,影响睡眠质量。完成佩戴后,开启设备,开始对受试者睡眠期间的生命体征进行监测。

1.4 观察指标及评价标准

观察指标:主要观察指标为睡眠期间的呼吸率和心率。记录两组设备在整晚睡眠过程中每分钟的呼吸率和心率数据。

评价标准:以多导睡眠监测仪(金标准)监测的数据为参考,计算两组设备监测数据的准确率、误差率。准确率=(监测正确的样本数/总样本数) $\times 100\%$;误差率=(监测错误的样本数/总样本数) $\times 100\%$ 。同时比较两组设备监测数据与金标准数据的相关性,相关性通过计算皮尔逊相关系数(r)进行评估, r 越接近1,表明相关性越强。

1.5 统计学方法

所有数据采用SPSS24.0统计学软件进行统计分析,计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,多组间比较采用单因素方差分析(one-way ANOVA)。两组间比较采用 t 检验;多组间比较采用LSD检验。计数资料以率表示,多组间比较采用 χ^2 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2.结果

2.1 两组呼吸率监测情况的比较

研究显示,观察组(KY-30睡眠呼吸记录仪)呼吸率监测误差率在不同范围有规定,准确率达96.5%;对照组传统设备准确率89.3%。经检验,两组误差率差异显著($P < 0.05$),且观察组与金标准相关性更强($r_1=0.94 > r_2=0.85$)。

2.2 两组心率监测情况的比较

在心率监测中,观察组使用KY-30睡眠呼吸记录仪准确率95.8%,误差 $\pm 2\text{bpm}$;对照组准确率88.6%,误差 $\pm 3\text{bpm}$ 。两组误差率差异显著($P < 0.05$),且观察组与金标准相关性更好($r_3=0.93 > r_4=0.83$)。

表1 呼吸率监测结果对比

组别	例数	准确率	误差率(15~20bpm)	误差率(9~14bpm、21~60bpm)与金标准皮尔逊相关系数
观察组	50	96.5%	$\pm 1\text{bpm}$	$\pm 2\text{bpm}$ 0.94
对照组	50	89.3%	/	/ 0.85
t值	--	5.923	--	-- 6.341
p值	--	0.002	--	-- 0.001



表 2 心率监测结果对比

组别	例数	准确率	误差率 (60–100bpm)	与金标准皮尔逊相关系数
观察组	50	95.8%	± 2bpm	0.93
对照组	50	88.6%	± 3bpm	0.83
t 值	--	6.323	--	5.967
p 值	--	0.001	--	0.001

3.讨论

睡眠作为人体恢复机能、维持健康的关键生理过程，对人体健康起着至关重要的作用。睡眠期间的生命体征数据，如呼吸率、心率等，能够很直观地反映人体的健康状况^[4]。在传统的生命体征监测方法中，例如各类佩戴式设备，虽然在一定程度上能够实现数据监测，但往往存在诸多弊端。这些设备需要使用者贴身佩戴，不仅会在睡眠过程中对使用者的身体造成束缚感，影响睡眠质量，还可能因佩戴不适导致使用者频繁调整姿势^[5]，进一步干扰正常睡眠，给使用者带来明显的不适体验^[6]。随着科技的不断进步，基于毫米波雷达技术的睡眠呼吸记录仪应运而生，为睡眠期间生命体征数据的监测开辟了全新的路径。该技术凭借其独特的优势，能够在不接触人体的情况下，实时且准确地监测呼吸率、心率等重要生命体征^[7]。这种非接触、无干扰的监测方式，避免了传统设备带来的诸多问题。本次研究的核心目的，便是深入对比基于毫米波雷达的 KY-30 睡眠呼吸记录仪与传统接触式睡眠监测设备在生命体征数据实时监测中的实际应用效果。研究过程中，精心选取了 2024 年 1 月至 2024 年 12 月期间，在我院睡眠监测中心的 100 名受试者，并通过随机分组的方式，将他们平均分为观察组和对照组，每组各 50

名。经过严格的统计学检验，两组在性别、年龄等一般资料方面不存在显著差异 ($P > 0.05$)，具有良好的可比性。研究采用对照实验的科学方法，其中观察组使用 KY-30 睡眠呼吸记录仪进行生命体征监测，对照组则使用传统接触式睡眠监测设备^[8]。研究结果显示，在呼吸率监测方面，观察组准确率高达 96.5%，在不同呼吸率区间有着严格的误差控制，与金标准的皮尔逊相关系数 $r_1=0.94$ ；对照组准确率仅为 89.3%，相关系数 $r_2=0.85$ ，两组误差率差异显著 ($P < 0.05$)。心率监测上，观察组准确率为 95.8%，误差控制在 $\pm 2bpm$ ，相关系数 $r_3=0.93$ ；对照组准确率 88.6%，误差 $\pm 3bpm$ ，相关系数 $r_4=0.83$ ，两组误差率差异同样显著 ($P < 0.05$)。由此可见，KY-30 睡眠呼吸记录仪在呼吸率和心率监测上，准确率更高，与金标准的相关性更强，各项指标改善显著。这一研究结果与国内外众多相关研究相互印证，充分证实了毫米波雷达技术在睡眠监测领域的突出优势^[9-10]。

综上所述，KY-30 睡眠呼吸记录仪在生命体征数据实时监测方面表现卓越，具备较高的准确率和良好的相关性。无论是在临床睡眠监测场景中，为医生提供精准的诊断依据，还是在家庭健康管理方面，帮助人们随时了解自身睡眠健康状况，它都展现出了强大的应用潜力，是一种值得在睡眠监测领域广泛推广的可靠选择。

参考文献:

[1]马艳莉, 图尔雄, 熊和良, 等.降浊通窍饮联合呼吸机治疗中重度阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征的效果[J].医学理论与实践, 2025, 38 (08): 1310–1313.DOI: 10.19381/j.issn.1001–7585.2025.08.015.

[2]许冰, 王莹, 韩书芝.阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征患者血清鸢尾素、成纤维细胞因子 21、视黄醇结合蛋白 4 水平变化及临床意义[J/OL].实用心脑血管病杂志, 1–7[2025–04–25].

[3]秦兵俊, 邹亚宁, 宋诗文, 等.阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征肝酶升高的危险因素分析[J/OL].临床肺科杂志, 2025, (05): 717–721[2025–04–25].

[4]王迪, 刘平闯, 季磊, 等.持续气道正压通气对阻塞性睡眠呼吸暂停病人认知及血清神经丝轻链蛋白、Tau 蛋白的影响[J].安徽医药, 2025, 29 (05): 945–949.

[5]胡晶, 亓晓珊.补肺活血胶囊治疗慢性阻塞性肺疾病-阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征重叠综合征的理论探讨[J].中国民间疗法, 2025, 33 (07): 20–24.DOI: 10.19621/j.cnki.11–3555/r.2025.0707.

[6]朱戈, 杨毅, 冷俊杰, 等.基于机器学习联合多变量构建睡眠呼吸暂停综合征合并不稳定型心绞痛患者预后预测模型[J].临床心血管病杂志, 2025, 41 (04): 294–300.DOI: 10.13201/j.issn.1001–1439.2025.04.008.

[7]胡裕轩.便携式呼吸睡眠监测系统的研究与开发[D].浙江大学, 2014.

[8]邱刚, 张健.阻塞性睡眠呼吸暂停综合征的临床诊治新进展[J].现代生物医学进展, 2010, 10 (16): 3191–3194.

[9]刘莉, 孙继红, 郭兮恒, 等.便携式睡眠呼吸记录器的监测效果观察及护理[J].中华护理杂志, 2004, (01): 26–28.

[10]李明娟, 黄席珍.睡眠呼吸暂停综合征的家庭监测[J].中国老年学杂志, 2000, (03): 129–130+192.

作者简介: 梁今轩 (2000 年 10 月), 男, 汉族, 籍贯: 梅河口市, 学历: 专科, 职称: 护师, 研究方向: 护理学。