

体动记录仪与多导睡眠监测仪 在睡眠监测应用中的一致性研究进展

毛嘉欣, 徐林燕, 张艳萍, 蒋梅艳

(丽水学院医学院, 浙江 丽水, 323000)

摘要: 随着现代医学对睡眠障碍和睡眠疾病的认识逐渐提高,体动记录仪作为客观睡眠监测设备越来越受到学者们的关注。本文对体动记录仪与多导睡眠监测仪在睡眠监测应用中一致性研究进行综述,以期对未来研究睡眠质量监测和管理提供参考。

关键词: 体动记录仪; 多导睡眠监测仪; 睡眠监测; 一致性

中图分类号: R 47 文献标志码: A 文章编号: 2709-1961(2022)04-0112-05

Research progress of consistency between actigraphy and polysomnography in sleep monitoring

MAO Jiaxin, XU Linyan, ZHANG Yanping, JIANG Meiyang

(Faculty of Medicine Lishui University, Lishui, Zhejiang, 323000)

ABSTRACT: With the gradual improvement of the understanding of sleep disorders and sleep diseases in modern medicine, actigraphy as an objective sleep monitoring device has been paid more and more attention by scholars. In this study, the consistency of actigraphy and polysomnography in sleep monitoring was reviewed in order to provide reference for future research on sleep quality monitoring and management.

KEY WORDS: actigraphy; polysomnography; sleep monitoring; consistency

良好的睡眠不仅是健康的重要标准,也是机体通过自身调节恢复体力和精力,抵御疾病风险的重要途径。长期的睡眠不足会增加心脑血管疾病、糖尿病和肥胖的患病风险^[1],因此,有效监测和管理睡眠,提高睡眠质量对健康具有重要意义。目前临床多采用多导睡眠监测仪(PSG)进行睡眠分析,但由于其价格昂贵、使用时影响睡眠质量并需要专业人员监督等缺点,很难得到普及^[2]。体动记录仪(ACT)因其便携、便宜、无创等优势,已被广泛应用于睡眠质量评估、日常活动监测、药物检测等领域^[3],但在国内应用较少。ACT和PSG应用在睡眠监测中的一致性如何是研究者们关注的热点。本文就体动记录仪与多导睡眠监测仪在睡眠监测应用中的一致性研究进行综述,为进一步

开展睡眠质量监测研究和管理提供参考依据。

1 多导睡眠监测仪和体动记录仪概述

1.1 多导睡眠监测仪概述

PSG是集监测、记录和分析为一体的睡眠监测仪器,其可以连续监测患者睡眠,总睡眠时间、总清醒时间、入睡潜伏期等信息,记录睡眠过程中生理信号,经处理分析后得出相关参数的动态变化^[4],被认为是客观睡眠质量监测的金标准。PSG需在夜间连续监测7~8 h^[5],研究通常只监测1~2 d^[6]。

1.2 体动记录仪概述

ACT是借助重力感应器和传感器,结合佩戴者的体动频率来分析睡眠状况的仪器^[7],已被广泛

收稿日期:2022-02-01

基金项目:2021年大学生创新创业训练计划项目“医学生睡眠障碍的主客观睡眠质量评估及基于TTM理论的多元睡眠健康管理方案构建”(202110352027)

通信作者:徐林燕,E-mail:xulinyanjiayou@126.com

<http://www.zxyjhl.cn>

OPEN ACCESS

应用于昼夜节律睡眠障碍患者^[3]、失眠症^[8]、青年人^[9]、儿童^[10]及老年人^[11]等人群。为达到最佳监测结果,建议连续佩戴ACT 7天或14天^[12-13]。ACT可佩戴在手腕、腰部、上臂等部位,其中在非支配手腕部敏感度最高^[12],对于婴幼儿,需要将ACT固定在脚踝上,避免儿童直接接触设备并提高安全性^[14]。

2 ACT和PSG在睡眠监测中一致性研究现状

2.1 健康人群

体动记录仪作为客观的睡眠监测工具,在青少年、孕妇、运动员等健康人群中得到广泛应用。Quante等^[15]对22名成人连续5 d同时佩戴两种ACT(GT3X+和AWS),然后再对其中12名成年人和另外13名青少年行1个晚上的ACT和PSG测定,研究显示得出GT3X+和AWS的灵敏度(准确识别睡眠的能力)均较高,青少年为0.82~0.88,成人0.91~0.96。Zhu等^[2]对78名健康孕妇进行一晚PSG和ACT监测,当使用默认评分设置10×40(即设定10 min的静止/移动,活动阈值为40)时,ACT测得的睡眠数据与PSG存在较大的差异,当使用10×10评分设置时,ACT和PSG对总睡眠时间、睡眠效率和入睡后觉醒的平均差异为-1.9 min、-0.4%和7.4 min,具有较高的一致性,因此,建议在孕妇使用ACT的睡眠质量监测中应用10×10评分设置。Sargent等^[16]针对16名同步佩戴ACT和PSG监测的自行车运动员收集了122个记录,显示ACT和PSG之间具有良好的一致性,比较不同睡眠-觉醒阈值对其结果的影响,发现在默认的睡眠-觉醒阈值(40)下ACT低估了50 min的睡眠时间,高估了40 min的觉醒时间,而在睡眠-觉醒阈值(80)时一致性较高。

2.2 疾病人群

2.2.1 睡眠障碍的疾病人群:体动记录仪可以用于评估失眠症和睡眠呼吸障碍患者的睡眠,但不适用于周期性腿动患者的睡眠评估^[17]。Williams等^[18]对21名18~28岁失眠症患者进行1晚ACT和PSG睡眠监测,发现两者监测的睡眠结果的一致性较高。Withrow等^[8]研究表明,当采用自动系统分析法时,与PSG相比,ACT监测的卧床时间、总睡眠时间延长和入睡后觉醒缩短,当采用事件标记法(人为标记卧床时间)时,ACT睡眠监测的准确性有所提高,ACT监测的卧床时间、总睡眠时间、睡眠效率、睡眠潜伏期与PSG监测的结果差异

无统计学意义,研究同时发现,失眠患者行PSG监测(实验室)的当天睡眠质量比第二天回家睡眠质量差,表明连续7 d的ACT更适合评估失眠症患者的睡眠质量。失眠患者存在入睡困难、睡眠潜伏期长以及入睡后觉醒多的特点,但ACT识别失眠患者的觉醒与睡眠能力较差,为提高其检测的准确性,Lindert等^[19]研究发现将静止/移动持续时间设为5 min,阈值设为40,则可以获得失眠症睡眠监测的最佳结果,提高了睡眠开始时间或夜间睡眠和觉醒的活动估计的准确性。美国睡眠医学临床指南建议医护人员使用ACT评估儿童和成人失眠症患者的睡眠,但是在评估睡眠呼吸障碍的患者中,需要将ACT与家庭睡眠呼吸暂停监测设备联合使用^[17]。Choi等^[20]研究一样支持该结论,在慢性失眠障碍患者组,所有睡眠参数在ACT和PSG之间显著相关($ICC = 0.627 \sim 0.813$)。在睡眠呼吸障碍组,只有总睡眠时间ACT和PSG显著相关,证实了ACT可以监测失眠患者的睡眠情况,而单独使用ACT不适合评估睡眠呼吸障碍患者的睡眠质量。睡眠呼吸暂停患者疾病程度不同也会影响两者的一致性结果。Hedner等^[21]对228例睡眠呼吸暂停低通气综合征患者研究显示轻、中、重度患者的ACT与PSG监测结果的一致性分别是86%、84%和80%,总体一致性较高,但随着睡眠呼吸暂停综合征严重程度的增加,ACT与PSG一致性程度趋于降低。ACT不仅可以用于评估成人睡眠呼吸障碍的睡眠质量,对儿童也同样适用^[22]。由于体动记录仪在周期性腿动评估结果不可信,诊断效用低,不推荐在诊断周期性腿动时将体动记录仪代替肌动记录仪^[23]。

2.2.2 其他疾病引发的睡眠障碍人群:有些疾病人群通常引发睡眠障碍,因此ACT睡眠监测研究也延伸到不同疾病人群中。Yavuz-Kodat等^[10]对26例自闭症谱系障碍儿童的研究显示,在睡眠潜伏期和总睡眠时间方面两者一致性较高,入睡后觉醒和睡眠效率的一致性适中。Niel等^[9]对50例青少年颅咽管瘤患者手术切除后和质子治疗前同时进行PSG及ACT监测,结果显示:ACT在睡眠效率和睡眠潜伏期与PSG有较高的一致性,ACT的灵敏性(93%)和准确性(87%)较好,可有效测量睡眠效率和睡眠潜伏期,有助于白天嗜睡的颅咽管瘤青年监测促醒药物的治疗反应。总之,体动记录仪在对疾病人群的睡眠质量评估以及在药物监测方面具有重要的意义。

3 影响ACT、PSG测量结果一致性的影响因素

3.1 阈值

不同ACT阈值的设定影响ACT与PSG结果的一致性。使用ACT低阈值设置在总睡眠时间、睡眠效率、入睡后觉醒和觉醒次数方面与PSG的一致性最高^[2,24]。但Fuller等^[25]对21名男性运动员的研究却认为ACT设定中等阈值时产生的平均偏差最小。这与Kaplan等^[26]对27名双相情感障碍且目前处于情绪发作间期的患者的研究结果一致,认为对该人群评估时,ACT设定中等阈值与PSG监测结果最为一致。然而对智障老年患者睡眠障碍时,建议将ACT设置高阈值^[27]。导致研究间结果差异,主要可能与研究对象不同、监测时间长短、样本量大小等多因素有关,因此在设置阈值时,需要充分考虑人群的类别,同时也建议增加研究对象的个数,延长监测的时间。

3.2 ACT类型

ACT常用的类型有GT3X+^[28-29]、Basic Mini-Motionloggerw (MML)^[30]、Actiwatchw (AW)系列^[29-30]等,不同ACT类型影响ACT与PSG结果的一致性。多项研究表明,AW系列的ACT与PSG监测的睡眠参数一致性最好。Cellini^[29]等对30名健康青年同时佩戴Actiwatch-64和GT3X+两种ACT进行7个晚上的睡眠记录,发现两种ACT在检测睡眠/觉醒模式方面都有较高的一致性,与GT3X+相比,AW-64在睡眠参数统计方面有更高的一致性。这与Tonetti等^[30]对12名健康志愿者同时佩戴两种MML和AW的研究结果相似,发现AW记录的睡眠参数比MML更接近PSG监测睡眠质量。因此在选择ACT类型时,可优先考虑AW系列的体动记录仪。目前对不同类型的ACT与PSG一致性比较的研究尚不多,未来研究需进一步开展,以便能够筛选出最优的ACT。

3.3 评分参数设置

目前,体动记录仪尚没有对不同疾病、不同年龄的人群规定评分参数的设置,而评分参数的设置不同,影响其结果。Kapella等^[31]对50名慢性阻塞性肺疾病患者进行ACT自定义评分参数设置,发现静止/移动持续时间设定为10分钟和阈值为10时,监测结果与PSG监测的一致性较高,Zhu等^[2]研究一样支持该结论。而Maglione等^[32]对61名帕金森病患者ACT自定义评分参数设置研究认为在静止/移动持续时间设定为连续5 min和阈值

设为10时一致性较高。但是Te Lindert等^[19]也持有不同观点,对失眠患者的研究发现将静止/移动持续时间设为5 min,阈值设为40,可获得的一致性最佳结果。导致这些研究结果差异的原因可能与不同人群的睡眠状况差异有关,建议在进行评分参数设置时考虑一下研究对象人群的睡眠特点,提高ACT与PSG监测结果的一致性。

4 展望

4.1 优化研究方法,拓宽研究人群

大部分体动记录仪和多导睡眠监测仪的一致性研究其研究中样本量较小,研究对象多小于30人,而且佩戴ACT时间不一致,部分研究只收集了一天的ACT数据,使结果的推广受到限制。后续研究建议增加研究样本量,ACT的佩戴时间超过1周。另外,研究对象多集中在国外,国内的客观睡眠监测较少,建议深入开展国内人群研究,比较不同民族、不同年龄段的人群ACT和PSG的一致性研究。

4.2 完善睡眠质量评估方法

由于体动记录仪是根据身体不动来定义睡眠的,因此当躺在床上醒着但不动时很可能被编码为睡眠,影响对入睡潜伏期和入睡后觉醒睡眠参数的估计。后续的研究建议采取主、客观相结合的方式(即可以佩戴体动记录仪,同时辅以记录睡眠日志)进行睡眠监测。睡眠日记是一种主观、简易、经济实用的睡眠监测方法,可以记录过去一段时期内受试者的上床时间、入睡潜伏期、觉醒时间、睡眠持续时间、睡眠效率和午睡时间等信息,能够提供潜在的睡眠-觉醒数据^[32],将体动记录仪与睡眠日志联合使用能补充体动记录仪的不足或缺陷,提高监测睡眠的准确性。

4.3 探索微观纵向数据的统计模型

目前对体动记录仪和多导睡眠监测仪的一致性研究主要是基于平均水平数据,未来的研究还应该探索利用微观纵向数据的统计模型来评估睡眠参数和轨迹随时间的变化。另外可以充分挖掘ACT优势,通过ACT捕捉慢性失眠症患者的更多症状和睡眠参数的变化轨迹,并使用时间序列数据分析方法进行分析。这些信息可以图形化地显示给患者,使他们能够理解诊断决策并评估自己对治疗的反应。

综上所述,体动记录仪在健康人群睡眠监测应用广泛,也可以评估失眠症等睡眠障碍疾病的

睡眠质量,暂不推荐应用于周期性腿动的诊断,目前体动记录仪的应用也延伸至其他疾病引发的睡眠障碍人群中,但其应用效能仍需进一步验证。ACT、PSG测量结果一致性受阈值、ACT类型、评分参数设置等因素,因此在应用过程中需要综合考虑。

参考文献

- [1] 吴洪敏, 姜培安, 陈培培, 等. 睡眠时间与高血压、糖尿病和冠心病关系的现况研究[J]. 中华全科医学, 2013, 11(9): 1438-1439.
WU H M, LOU P A, CHEN P P, et al. A cross-sectional study on association of sleep duration with hypertension, diabetes and coronary heart disease [J]. Chin J Gen Pract, 2013, 11(9): 1438-1439. (in Chinese)
- [2] ZHU B Q, CALVO R S, WU L, et al. Objective sleep in pregnant women: a comparison of actigraphy and polysomnography [J]. Sleep Health, 2018, 4(5): 390-396.
- [3] SMITH M T, MCCRAE C S, CHEUNG J, et al. Use of actigraphy for the evaluation of sleep disorders and circadian rhythm sleep-wake disorders: an American academy of sleep medicine systematic review, meta-analysis, and GRADE assessment [J]. J Clin Sleep Med, 2018, 14(7): 1209-1230.
- [4] CONLEY S, KNIES A, BATTEN J, et al. Agreement between actigraphic and polysomnographic measures of sleep in adults with and without chronic conditions: a systematic review and meta-analysis [J]. Sleep Med Rev, 2019, 46: 151-160.
- [5] 王洪洪, 骆敏, 陈曦, 等. 多导睡眠监测仪监测重度OSAHS患者的常见问题及处理方法[J]. 检验医学与临床, 2017, 14(5): 676-677.
WANG H H, LUO M, CHEN X, et al. Common problems and countermeasures in monitoring severe OSAHS patients by using the polysomnographic device [J]. Lab Med Clin, 2017, 14(5): 676-677. (in Chinese)
- [6] IBANEZ V, SILVA J, NAVARRO E, et al. Sleep assessment devices: types, market analysis, and a critical view on accuracy and validation [J]. Expert Rev Med Devices, 2019, 16(12): 1041-1052.
- [7] 孙伟. 体动记录仪与多导睡眠图的对比研究[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2015.
SUN W. A comparative study between actigraphic and polysomnographic measures of sleep [D]. Xi'an: Xidian University, 2015.
- [8] WITHROW D, ROTH T, KOSHOREK G, et al. Relation between ambulatory actigraphy and laboratory polysomnography in insomnia practice and research [J]. J Sleep Res, 2019, 28(4): e12854.
- [9] NIEL K, LAROSA K N, KLAGES K L, et al. Actigraphy versus polysomnography to measure sleep in youth treated for craniopharyngioma [J]. Behav Sleep Med, 2020, 18(5): 589-597.
- [10] YAVUZ-KODAT E, REYNAUD E, GEOFFRAY M M, et al. Validity of actigraphy compared to polysomnography for sleep assessment in children with autism spectrum disorder [J]. Front Psychiatry, 2019, 10: 551.
- [11] FALCK R S, BARHA C K, CHAN P C Y, et al. Refining sleep measurement using the Motion-watch8: how many days of monitoring do we need to get reliable estimates of sleep quality for older adults with mild cognitive impairment? [J]. Sleep Science and Practice. 2020, 4(9): 95-103.
- [12] WALIA H K, MEHRA R. Practical aspects of actigraphy and approaches in clinical and research domains [J]. Handb Clin Neurol, 2019, 160: 371-379.
- [13] BRISCOE S, HARDY E, PENG M F, et al. Comparison of 7 versus 14 days wrist actigraphy monitoring in a sleep disorders clinic population [J]. Chronobiol Int, 2014, 31(3): 356-362.
- [14] ANCOLI-ISRAEL S, MARTIN J L, BLACKWELL T, et al. The SBSM guide to actigraphy monitoring: clinical and research applications [J]. Behav Sleep Med, 2015, 13(Suppl 1): S4-S38.
- [15] QUANTE M, KAPLAN E R, CAILLER M, et al. Actigraphy-based sleep estimation in adolescents and adults: a comparison with polysomnography using two scoring algorithms [J]. Nat Sci Sleep, 2018, 10: 13-20.
- [16] SARGENT C, LASTELLA M, HALSON S L, et al. The validity of activity monitors for measuring sleep in elite *Athletes* [J]. J Sci Med Sport, 2016, 19(10): 848-853.
- [17] SMITH M T, MCCRAE C S, CHEUNG J, et al. Use of actigraphy for the evaluation of sleep disorders and circadian rhythm sleep-wake disorders: an American academy of sleep medicine clinical practice guideline [J]. J Clin Sleep Med, 2018, 14(7): 1231-1237.
- [18] WILLIAMS J M, TAYLOR D J, SLAVISH D C, et

- al. Validity of actigraphy in young adults with insomnia[J]. *Behav Sleep Med*, 2020, 18(1): 91–106.
- [19] LINDERT B H WTE, MEIJDEN W PVAN DER, WASSING R, et al. Optimizing actigraphic estimates of polysomnographic sleep features in insomnia disorder[J]. *Sleep*, 2020, 43(11): zsaa090.
- [20] CHOI S J, KANG M R, SUNG M J, et al. Discordant sleep parameters among actigraphy, polysomnography, and perceived sleep in patients with sleep-disordered breathing in comparison with patients with chronic insomnia disorder [J]. *Sleep Breath*, 2017, 21(4): 837–843.
- [21] HEDNER J, PILLAR G, PITTMAN S D, et al. A novel adaptive wrist actigraphy algorithm for sleep-wake assessment in sleep apnea patients [J]. *Sleep*, 2004, 27(8): 1560–1566.
- [22] HYDE M, O'DRISCOLL D M, BINETTE S, et al. Validation of actigraphy for determining sleep and wake in children with sleep disordered breathing [J]. *J Sleep Res*, 2007, 16(2): 213–216.
- [23] NAISMITH S L, ROGERS N L, MACKENZIE J, et al. The relationship between actigraphically defined sleep disturbance and REM sleep behaviour disorder in Parkinson's Disease [J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2010, 112(5): 420–423.
- [24] FARABI S S, QUINN L, CARLEY D W. Validity of actigraphy in measurement of sleep in young adults with type 1 diabetes [J]. *J Clin Sleep Med*, 2017, 13(5): 669–674.
- [25] FULLER K L, JULIFF L, GORE C J, et al. Software thresholds alter the bias of actigraphy for monitoring sleep in team-sport *Athletes* [J]. *J Sci Med Sport*, 2017, 20(8): 756–760.
- [26] KAPLAN K A, TALBOT L S, GRUBER J, et al. Evaluating sleep in bipolar disorder: comparison between actigraphy, polysomnography, and sleep diary [J]. *Bipolar Disord*, 2012, 14(8): 870–879.
- [27] DE WOUW EVAN, EVENHUIS H M, ECHTELD M A. Comparison of two types of Actiwatch with polysomnography in older adults with intellectual disability: a pilot study [J]. *J Intellect Dev Disabil*, 2013, 38(3): 265–273.
- [28] SLATER J A, BOTSIS T, WALSH J, et al. Assessing sleep using hip and wrist actigraphy [J]. *Sleep Biol Rhythms*, 2015, 13(2): 172–180.
- [29] CELLINI N, BUMAN M P, MCDEVITT E A, et al. Direct comparison of two actigraphy devices with polysomnographically recorded naps in healthy young adults [J]. *Chronobiol Int*, 2013, 30(5): 691–698.
- [30] TONETTI L, PASQUINI F, FABBRI M, et al. Comparison of two different actigraphs with polysomnography in healthy young subjects [J]. *Chronobiol Int*, 2008, 25(1): 145–153.
- [31] KAPELLA M C, VISPUTE S, ZHU B Q, et al. Actigraphy scoring for sleep outcome measures in chronic obstructive pulmonary disease [J]. *Sleep Med*, 2017, 37: 124–129.
- [32] MAGLIONE J E, LIU L Q, NEIKRUG A B, et al. Actigraphy for the assessment of sleep measures in Parkinson's disease [J]. *Sleep*, 2013, 36(8): 1209–1212.

(本文编辑:黄磊)