

改善睡眠热环境可提高睡眠质量

兰丽*, 连之伟

上海交通大学设计学院建筑学系, 上海 200240

* 联系人, E-mail: lanli2006@sjtu.edu.cn

Better sleeping thermal environment, better sleep quality

Li Lan* & Zhiwei Lian

Department of Architecture, School of Design, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China

* Corresponding author, E-mail: lanli2006@sjtu.edu.cn

doi: 10.1360/TB-2019-0730

人的一生大约有 1/3 的时间在睡眠中度过。睡眠是人的一种重要生理现象, 可使人体的精力和体力得以恢复。睡眠是影响人们是否会得阿尔茨海默病(也称老年痴呆症)的最主要生活方式因素^[1]。2019 年 11 月发表在 *Science* 杂志的一项最新研究表明, 深睡(慢波睡眠)时脑脊液会对大脑进行清洗, 清除脑内毒素(包括导致阿尔茨海默病的 β 淀粉样蛋白)^[2]。每天少睡 1 h, 就会显著改变人体血糖水平, 使人体免疫系统受损, 增加患心脏病的概率。此外, 失眠还与大多数精神疾病相关。

睡眠由深睡(慢波睡眠)、浅睡和快速眼动睡眠(此阶段出现眼球快速运动, 并经常做梦)等几个阶段组成。多通道睡眠检测仪(polysomnography, PSG)测量脑电波、眼球运动和肌肉生物电信号, 是睡眠质量评价的“金标准”。目前市场上还有多种睡眠监测手环, 通过检测人体运动和心率等信号来评价睡眠质量, 但准确度还有待进一步验证。

睡眠质量与诸多因素相关, 如体内稳定因素、激素、外界刺激等, 其中很重要的一项就是睡眠的热环境。下面简要论述睡眠热环境研究领域所取得的一些重要成果。

(1) 高温和低温环境对睡眠质量的影响。早在 19 世纪中叶, 科学家就发现了人体体温的生理节律, 即体温在早晨开始升高, 到晚上 10 点左右达到最高点, 然后开始下降, 在凌晨 4 点左右达到最低点。有趣的是, 研究者观察到体温与睡眠存在密切的节律关联: 在夜间体温下降阶段, 人体更容易入睡, 而一般健康人群都是在达到体温最低点的前 6 h 至后 2 h(约 8 h)这个阶段处于睡眠。神经科学的研究进一步揭示, 人体热调节与睡眠调节其实都由大脑下丘脑视前区(preoptic/anterior hypothalamus, POAH)控制。

对人体受试者整晚睡眠过程中的脑电波、眼动、肌电和皮肤温度等生理参数进行连续监测, 并结合主观问卷调

查。研究发现, 与不冷不热的环境(26°C 左右)相比, 环境温度升高或降低约 3°C, 都使人体睡眠质量显著下降, 且高温环境影响更大: 入睡所需时间延长 33 min, 深睡时长减少 50 min^[3]。健康年轻人每晚的深睡时长约为 150 min, 可见环境温度仅偏高约 3°C, 就使人体深睡时长减少 1/3 以上。由于被子和衣服等床褥系统的热阻作用, 偏冷环境对睡眠质量的负面影响稍小, 但偏冷环境可能对人体心血管系统健康有负面影响^[4], 具体效果还有待进一步研究。

(2) 动态热环境对睡眠质量的影响。人体实验测试结果显示, 皮肤温度随室内环境温度显著变化, 且在整晚睡眠过程中, 人体皮温表现出相似的变化规律: 熄灯后, 受试者的平均皮温先呈现出较大幅度的上升, 约 50 min 后, 平均皮温值逐渐下降并趋于稳定, 但有小幅波动^[3]。皮肤温度的这些小幅波动可能与人体所处的睡眠阶段有关。基于人体睡眠不同阶段生理参数的变化, 对睡眠环境空调系统进行动态控制, 也许是提高人员睡眠质量的方法之一。

通过测试整晚环境温度 U 型(先下降后上升)或倒 U 型(先上升后下降)变化对人体睡眠质量的影响发现, 入睡阶段(在舒适区范围内)偏凉环境下人体更不容易入睡, 而在睡眠后期(在舒适区范围内), 逐渐升高的温度可帮助人体为起床做准备, 提高了第二天人员工作效率^[5,6]。而且, 入睡后逐渐下降的环境温度延后了体温最低点出现的时刻, 适当增加了深睡时长^[7]。以上研究结果表明, 夜间睡眠环境温度呈 U 型变化更有利于提高人体睡眠质量和人员工作效率。

(3) 局部热环境。由于床褥系统的调节作用, 环境温度在一定温度范围内波动时仍可维持舒适的睡眠热环境^[8,9]。此外, 在睡眠过程中, 人体活动范围主要在床体区域。因此, 控制睡眠局部微环境可能是改善睡眠质量和实

现节能的可行途径.

通过采用床垫和枕头局部冷却,研究发现,人体可以在 32°C 高温环境下维持良好的睡眠质量,睡眠效率高达 95%,深睡期达到 158 min^[10]. 在此实验中,床垫中循环流动的是温度较高的 28°C 的水. 实验表明,在炎热的夏季,可以通过采用具有一定冷却效果的床上用品来营造舒适睡眠热环境.

研究还发现,老年人睡眠质量受热环境影响更大. 在 30°C 高温环境下,小吊扇能有效降温,使老年人睡眠质量提高,交感神经系统活动降低(健康水平提高)^[11]. 由于老年人普遍不喜欢夏季开空调,吊扇等局部送风设备是改善其睡眠热环境的一种可选措施.

而在寒冷的冬季,研究显示,床垫加热和被子加热能

使老年人更快入睡,且睡眠效率提高 5%,尤其可以降低老年人早起时的血压值(提高了健康水平)^[12]. 因此,床褥系统加热可作为改善我国夏热冬冷地区老年人冬季睡眠热环境的可行方法.

热不舒适环境使人们,尤其是老年人等敏感人群的睡眠质量显著下降,且不合理的空调变温策略有可能降低人们睡眠质量和第二天的工作效率. 当前,国内外还没有针对睡眠环境的热舒适标准,因此有必要建立针对家用空调和夜间睡眠环境空调的设计标准.

此外,床褥系统冷却或加热、吊扇吹风等局部冷却或加热方式能有效改善包括老年人在内的人群睡眠质量和健康水平. 研发睡眠局部热环境控制技术和设备可能是改善睡眠环境的重要方向之一.

推荐阅读文献

- 1 Walker M. Sleep the good sleep. *New Sci*, 2017, (10): 30–33
- 2 Grubb S, Lauritzen M. Deep sleep drives brain fluid oscillations. *Science*, 2019, 366: 572–573
- 3 Lan L, Lian Z W, Huang H Y, et al. Experimental study on thermal comfort of sleeping people at different air temperatures. *Build Environ*, 2014, 73: 24–31
- 4 Okamoto-Mizuno K, Tsuzuki K, Mizuno K, et al. Effects of low ambient temperature on heart rate variability during sleep in humans. *Eur J Appl Physiol*, 2009, 105: 191–197
- 5 Lan L, Lian Z W, Lin Y B. Comfortably cool bedroom environment during the initial phase of the sleeping period delays the onset of sleep in summer. *Build Environ*, 2016, 103: 36–43
- 6 Lan L, Lian Z W, Qian X L, et al. The effects of programmed air temperature changes on sleep quality and energy saving in bedroom. *Energy Build*, 2016, 129: 207–214
- 7 Togo F, Aizawa S, Arai J, et al. Influence on human sleep patterns of lowering and delaying the minimum core body temperature by slow changes in the thermal environment. *Sleep*, 1999, 30: 797–802
- 8 Liu Y F, Song C, Wang Y Y, et al. Experimental study and evaluation of the thermal environment for sleeping. *Build Environ*, 2014, 82: 546–555
- 9 Wang Y Y, Liu Y F, Song C, et al. Appropriate indoor operative temperature and bedding micro climate temperature that satisfies the requirements of sleep thermal comfort. *Build Environ*, 2015, 92: 20–29
- 10 Lan L, Qian X L, Lian Z W, et al. Local body cooling to improve sleep quality and thermal comfort in a hot environment. *Indoor Air*, 2018, 28: 135–145
- 11 Lan L, Xia L L, Tang J Y, et al. Elevated airflow can maintain sleep quality and thermal comfort of the elderly in a hot environment. *Indoor Air*, 2019, 29: 1040–1049
- 12 Xia L L, Lan L, Tang J Y. Effects of two heating methods on sleep quality in the elderly. In: *Proceedings of the 11th International Symposium on Heating, Ventilation and Air Conditioning (ISHVAC 2019)*. Harbin, China, July 12–15, 2019