四川大学学报（医学版） 2023，54（2）：240－245
J Sichuan Univ（Med Sci）

• 睡眠障碍与精神疾病 •

‖ 文献综述 ‖

# 睡眠剥夺对工作记忆的影响及其作用机制研究进展

朱 玥，龚 姝△
四川大学华西护理学院/四川大学华西医院 心脏大血管外科（成都 610041）

【摘要】 睡眠剥夺的发生率逐年攀升，人们也越发关注睡眠剥夺对躯体与认知的影响。同时，工作记忆也是许多高级认知功能的基石，因此本文从睡眠剥夺对工作记忆的影响，影响睡眠剥夺对工作记忆作用的相关因素及可能存在的作用机制入手，整理回顾近年来的相关文献，旨在更加完整地了解睡眠剥夺对工作记忆的影响，并为制定科学合理的睡眠策略提供依据。

【关键词】 睡眠剥夺 工作记忆 脑皮质功能 电生理机制

**Research Progress in the Effect of Sleep Deprivation on Working Memory and Its Mechanisms**

*ZHU Yue, GONG Shu*△. *West China School of Nursing, Sichuan University/Department of Cardiovascular Surgery, West China Hospital, Sichuan University*, Chengdu 610041, China
△ Corresponding author, E-mail: gdy-29@163.com

【Abstract】 The incidence of sleep deprivation is increasing year by year and people are also paying more attention to the effects of sleep deprivation on the human body and on cognition. In addition, working memory is the foundation of many advanced cognitive functions. Therefore, we reviewed, herein, the relevant research literature on the influence of sleep deprivation on working memory, the relevant influencing factors, and possible mechanisms of action, intending to acquire a more thorough understanding of the effects of sleep deprivation on working memory and to provide evidence for scientific and sound strategies of sleep.

【Key words】 Sleep deprivation Working memory Cerebral cortical function Electrophysiological mechanism

睡眠剥夺（sleep deprivation, SD）是指由于外界或自身的种种原因导致睡眠部分或全部缺失，以至于无法满足正常生理睡眠需求。据估计超过20%的成年人经常出现睡眠不足[1]。SD不仅会危害心血管、神经、免疫和内分泌等多个系统[2-5]，增加罹患睡眠障碍的风险，从而增加发生轻度认知功能障碍和阿尔茨海默病的风险，还会对个体的情绪产生负面影响[6]。同时，SD对认知功能也有明显的负面影响，已有研究表明SD能够影响记忆力、注意力、警觉性等多领域的认知功能[7-10]，其中工作记忆（working memory, WM）作为高级认知功能（理解、学习和推理等）的基础，是一种用于存储和处理信息的容量有限的认知功能系统[11]，涉及保持和操纵信息的能力[12]。它在人类信息处理中非常关键，为信息提供了一个临时的储存和处理空间，同时也是短期和长期记忆系统之间的过渡，也是最先受到SD影响的记忆类型[13]。鉴于工作记忆在认知过程中的重要作用，本文将系统阐述SD对工作记忆的影响及相关的作用机制，并对未来的研究方向做出展望。

△ 通信作者，E-mail: gdy-29@163.com

## 1 SD对工作记忆的影响

目前研究多关于不同类型SD对工作记忆过程和相关任务表现等方面的影响。首先，SD能影响额顶叶控制的激活程度，进而损害WM中的信息保留和信息加工过程[14]，也能通过影响信息处理过程来损害WM的信息处理能力及速度[15-16]。根据巴德利模型，WM分为中央执行、视觉空间模板、语音循环及情景缓冲4个组成部分，已有研究显示SD会影响到健康年轻人WM的中央执行部分[15]。其次，研究中WM的损害多由WM相关任务的表现受损体现。SD不仅会损害健康年轻人WM的准确性，还会使反应时间延长，损害WM容量[13, 15]，但准确性与反应时间两方面的影响并不总是同时出现，且在不同任务场景中的影响也可能不一致。例如瑞典一项研究表明整晚的SD后，健康年轻人WM的准确性和遗漏率都会受到影响，而反应时间不会受到影响[17]，也有研究报道SD会延长健康年轻人WM的反应时间，而在需要处理更复杂刺激的任务中反应时间则不会受到SD的影响[18-19]。

此外，完全睡眠剥夺（total sleep deprivation, TSD）和

部分睡眠剥夺(partial sleep deprivation, PSD)都会对个体的WM功能不利。目前相关研究多以无基础躯体及精神心理疾病的健康成年人为研究对象,且在相关实验室研究中,对TSD的研究更多,已有研究证实36 h的TSD会使健康成年人的WM受到影响[13, 15]。24 ~ 48 h的TSD对WM相关任务的准确性和反应时间均有负面影响,而持续清醒时间是TSD对准确性影响的重要预测因素,随着清醒时间的延长,TSD对准确性的影响有逐渐加重的趋势[18]。但实际生活中TSD并不经常发生,长期PSD才是大多数人正在经历的睡眠缺失。SANTISTEBAN等[20]的研究证明累积的轻度PSD对健康成年人WM容量测试的表现有负面影响,这也与过往研究得出的长期PSD会对WM产生负面影响的结论相适应[21]。同时,医护人员、刑警等特殊职业时常会经历急性SD和慢性SD共存的情况。HENNECKE等[22]的研究显示,存在慢性PSD史的健康成年人的WM比没有PSD史者的WM受到38 h急性TSD的损害更严重,且8 h的睡眠时间并不足以抵消PSD的影响,这表明PSD还会加重TSD对WM的损害。由此可见,SD对于WM的损害是全面的,但其对WM相关任务表现如准确性、遗漏率和反应时间等的影响在不同的SD时长和任务场景复杂度等方面却有不一致的研究结论,尚需要进一步探讨。

## 2　SD对工作记忆影响的相关因素

### 2.1　年龄

WM能力会随着个体年龄的增长呈现不同趋势的改变,在青春期之前呈线性增长,在青春期趋于平稳,青春期后则以恒定速度下降[23]。不同的研究似乎也体现了SD对WM损害中存在的年龄差异。SD会影响健康年轻人WM的反应时间或准确性,而在没有其他疾病和不良情绪状态干扰的情况下,因为弹性作用的存在,老年人通常能比年轻人更好地应对SD的影响,比如认知功能和情绪方面等[24],因此SD对老年人WM相关任务表现总体上没有影响[20, 25]。一项Meta分析表明,年龄差异在WM准确性上的影响小而稳定,在反应时间上的影响则更强,但该研究异质性显著( $Q$= 2 609.79, $P$≤0.000 1)[26]。同时,PASULA等[27]表示,在语言和空间工作记忆的编码和位移分量过程中,年轻人显著优于老年人,而在TSD之后,年轻人在语言编码和空间位移方面表现出比老年人更大的显著下降,由此能够看出老年人对于TSD对言语和空间工作记忆组成过程的影响有弹性作用。由此可知,年龄因素不只作用于WM本身,还会使SD对不同类型的WM及其相关任务表现的不同方面的影响产生差异。

### 2.2　性别

在非SD条件下,健康男性在空间WM上更有优势,而健康女性在言语WM上更有优势[28-29]。同时,因性激素分泌差异,女性往往比男性更易遇到睡眠问题[30]。SD会损害女性的客观WM,而男性的客观WM则没有明显变化,且不论男女,主观WM表现都没有受损,这说明女性对于WM相关任务表现变化的自我认识也受到了影响[31]。一项关于睡眠-觉醒昼夜节律性别差异的研究也得到了相近结论,同时也表明,女性在相同时长SD后WM相关任务表现下降比男性更快,且女性的客观WM相关任务表现在清晨会受到更大的损害[32]。SD对WM影响中存在的性别差异可能包括社会和生理两方面原因。在社会因素方面,女性在社会中承担了与男性不同的责任,如孕育、哺育婴儿等,因此更易发生SD,认知也更加脆弱。在生理因素方面,女性在执行WM相关任务时神经信号变化强度比男性更大[33],而在睡眠不足的条件下需要更高强度的神经认知活动才能维持WM相关任务表现[12],因此女性在SD条件下WM受损更加严重。这两方面似乎可以解释SD影响WM存在性别差异的可能机制,但仍需更加直观深入地研究。由上可知,SD对WM的影响存在性别差异。

### 2.3　气质

根据Kraepelin的情感气质分类,个体气质分为抑郁、躁狂、周期性抑郁和易怒4种类型,暴露于SD与不可预测压力条件下的模拟躁狂大鼠和模拟抑郁大鼠的WM相关任务表现都有下降,这表明极端的情感气质能诱发WM损害,而暴露在SD与不可预测压力条件下会使这种损害加重,此外,模拟躁狂大鼠的WM损害比模拟抑郁大鼠的更严重,表现为模拟躁狂大鼠在任务中的错误率更高[34],这可能与高冲动者进行危险活动的概率比低冲动者更大有关[35]。同时,个体气质也可分为内向型和外向型。一项关于不同气质健康儿童的研究也得出了相关结论,相比于睡眠时间长(睡眠时间最长为平均每天11 h 14 min)的内向儿童,睡眠时间受限(睡眠时间最短为平均每天8 h 21 min)的内向儿童的WM相关任务表现更好,而外向儿童的WM相关任务表现则不会受到睡眠限制的影响[36],这可能是因为内向型个体的生理唤醒水平比外向型个体的更高[37],而睡眠限制又会降低生理唤醒水平,生理唤醒水平过高或过低都不利于信息处理,因此睡眠限制条件下的内向儿童能获得更好的WM相关任务表现水平。由此可知,SD对WM的影响也会受到个体气质类型的影响,但目前相关研究仍不完善,该结果是否能外推至其他年龄层次以及更详细的作用机制仍需进一步研究。

### 2.4 积极与消极刺激

SD不仅会使WM受损,还会使情绪失调,而情绪和认知功能在刺激处理的过程中又有着相互交织的作用。在健康年轻人中,缺乏睡眠会破坏情绪信息的编码和情绪记忆的巩固[38]。既往研究在积极与消极刺激对WM的作用方面持不同观点,在受试者没有基础躯体及精神心理疾病,且情绪状态良好的前提下,部分观点认为积极和消极刺激都能改善WM相关任务表现[39-40],而部分观点则认为积极刺激能够改善WM相关任务表现而消极刺激反之[41],造成以上差异的原因之一可能是个体对于刺激的不同看法,当人们将刺激视为威胁时,WM就会受到破坏[42]。GERHARDSSON等[17]研究显示,SD后的健康成年人面对积极图片时的反应比面对消极和中性图片时快,这提示了积极刺激可能会促进健康成年人SD后WM处理速度。上述结论也与以往研究中提到的SD后的健康成年人对WM中负面内容表现出更高分心以及当面对积极内容时SD会使健康成年人的奖赏网络神经活动增加从而促进WM的结论相适应[43-44]。同时,积极与消极刺激不仅会影响SD对年轻人WM的作用,对健康老年人也有一定的影响。根据老年人的积极效应,老年人在以积极刺激为主的任务中表现更好。且研究发现整晚的SD不会对积极效应产生影响,因此受试老年人对积极图片的反应仍比对消极图片的快[25]。健康老年人对SD影响具有弹性作用的同时,积极刺激又会促进其WM表现[45],这可能是导致老年人SD后WM相关任务表现总体不变的原因之一。因此,积极与消极刺激会在SD对WM信息处理速度的影响中起到调节作用。

## 3 SD影响工作记忆的可能机制

### 3.1 脑皮质功能

前额叶皮质(PFC)是中央执行子系统的重要脑区[46]。通过近红外光谱研究可知,PFC会在响应任意感觉形态的WM负荷时被激活[47]。在正常睡眠情况下,个体执行WM相关任务时大脑额叶呈现激活状态,PFC的氧合血红蛋白增加,脱氧血红蛋白减少,虽然经历了急性PSD的健康受试者不会出现WM相关任务表现的显著受损,但也不会出现与睡眠正常的健康受试者相同的PFC激活状态,且睡眠持续时间与WM相关的额叶激活水平呈正相关[48],这也说明WM功能的执行与大脑额叶皮层有关,而SD会对额叶功能产生一定影响,从而影响WM功能。

同时,背侧注意网络(DAN)、默认网络(DMN)及额顶叶网络(FPN)等大脑皮层区域也与WM功能的执行有关。DAN能够自上而下感知外部世界,根据巴德利模型,它也是处理和维护WM视觉空间模板子系统的核心部分[49-50]。DMN是个体对自身的持续关注,能够对抗DAN的功能,同时也与保持清醒状态有关,在静息状态下更活跃[51-53]。FPN左右不对称,其中右侧FPN会参与WM相关任务,同时FPN也被视为中央驱动器,负责WM中信息处理的宏观控制,并在信息监测中发挥重要作用[54-56]。国内一项有关SD对健康成年人WM影响机制的研究表明,36 h TSD后DAN与DMN之间的功能连接显著增加,与WM功能呈负相关,而FPN与DMN之间的功能连接显著降低,与WM功能呈正相关[46]。其中DAN与DMN间功能连接的增强代表了个体对内部和外部来源区分能力的下降,FPN与DMN间功能连接的下降代表个体对信息监测的失控,这说明了各大脑皮层区域间的功能连接对个体认知功能的重要性,也提示了SD后各大脑皮层区域间功能连接异常对WM的影响。

### 3.2 电生理机制

TSD后,WM的时间相关电位N2波及P3波潜伏期增加,振幅降低。N2波和额叶区的P3波代表着自上而下的认知控制和认知加工,它们的潜伏期代表着对刺激进行分类和评估的时间,因此潜伏期的增加对应着WM反应时间的延长,振幅的降低则代表着个体自上而下的认知控制的失调以及WM信息加工过程的损害[13, 15],说明SD对WM的损害与N2及P3波的改变有关。同时TSD会损害WM更新功能,大脑额叶与中央区域有关WM更新任务的P3波振幅降低,这表明P3波可能也与SD对WM更新功能损害有关[15]。

### 3.3 大脑代偿功能

短暂的SD不能使WM相关任务表现出现显著恶化,是因为人脑具有代偿功能。健康成年人在TSD后额叶区P3波振幅下降,而大脑后顶叶区P3波振幅却有增加,部分研究也得出SD后WM相关N2波振幅变化不大的结论,同时TSD还能使WM相关P2波振幅显著增加,以上结论都提示SD会引发大脑的代偿效应以尽量恢复正常表现[13, 57]。同样,丘脑相关的功能代偿也会对SD后的WM功能产生影响。TSD后,丘脑和楔前叶之间的功能连接与WM的恢复呈正相关,这提示了丘脑活动和功能连接的改变可以预测TSD后WM相关任务表现的损害,这可能是由于SD激活丘脑皮层引起代偿性适应,使丘脑的活动及功能连接更加活跃,以更好地防止SD后WM功能的恶化[58-59]。

## 4 总结与展望

在没有基础躯体及精神心理疾病且情绪状态良好的条件下,SD会损害成年人工作记忆相关任务表现,使工作

记忆容量下降，准确性降低，反应时间延长，且不同种类和不同持续时间的SD对工作记忆的影响也有不同。同时，年龄、性别、气质类型及积极与消极刺激等因素会在其中起到调节作用。SD对工作记忆的损害是通过影响大脑皮质功能和各区域间功能连接，以及影响N2、P3等工作记忆相关的电生理成分形成的。但在巴德利工作记忆模型方面，现有研究多关注中央执行部分，有关SD对其他部分影响的研究仍有欠缺，且各研究对于SD对工作记忆相关任务表现的影响在不同的SD时长和任务场景复杂度等方面的结论还存在争议，对于SD对各大脑皮层区域功能连接的具体影响也还不明确，除上文所述可能还有其他相关因素存在以及其具体机制仍不完善，这些问题仍需要后续研究进行进一步探讨。如今SD问题日益严重，工作记忆是人类认知功能的重要一环，探究SD对工作记忆的影响也是为了更深入地探究睡眠对工作记忆的重要作用，因此更有必要向社会大众普及睡眠的重要性，为人们制定更加科学合理的睡眠策略，提高社会对SD问题的重视。

*　　*　　*

**利益冲突**　所有作者均声明不存在利益冲突

## 参　考　文　献


[1] WIGGINS E, MOTTARELLA M, GOOD K, *et al*. 24-h sleep deprivation impairs early attentional modulation of neural processing: an event-related brain potential study. Neurosci Lett, 2018, 677: 32–36. doi: 10.1016/j.neulet.2018.04.022.

[2] LIU H, CHEN A. Roles of sleep deprivation in cardiovascular dysfunctions. Life Sci, 2019, 219: 231–237. doi: 10.1016/j.lfs.2019.01.006.

[3] OLSSON M, ARLIG J, HEDNER J, *et al*. Sleep deprivation and cerebrospinal fluid biomarkers for Alzheimer's disease. Sleep, 2018, 41(5): zsy025. doi: 10.1093/sleep/zsy025.

[4] KATSUNUMA R, OBA K, KITAMURA S, *et al*. Unrecognized sleep loss ccumulated in daily life can promote brain hyperreactivity to food cue. Sleep, 2017, 40(10): zsx137. doi: 10.1093/sleep/zsx137.

[5] 张如意, 游秋云, 张舜波, 等. 睡眠及睡眠剥夺与人体免疫系统的相关性探讨. 中华中医药杂志, 2016, 31(10): 4169–4171.

[6] 麦子峰, 许鸿燕, 马宁. 急性睡眠剥夺对认知与情绪功能的影响及其神经机制的研究进展. 中国全科医学, 2021, 24(29): 3653–3659. doi: 10.12114/j.issn.1007-9572.2021.01.016.

[7] ZHANG Y, YANG Y, YANG Y, *et al*. Alterations incerebellar functional connectivity are correlated with decreased psychomotor vigilance following total sleep deprivation. Front Neurosci, 2019, 13: 134. doi: 10.3389/fnins.2019.00134.

[8] HUDSON A N, Van DONGEN H P A, HONN K A. Sleep deprivation, vigilant attention, and brain function: a review. Neuropsychopharmacology, 2020, 45(1): 21–30. doi: 10.1038/s41386-019-0432-6.

[9] COUSINS J N, WONG K F, CHEE M W L. Multi-night sleep restriction impairs long-term retention of factual knowledge in adolescents. J Adolesc Health, 2019, 65(4): 549–557. doi: 10.1016/j.jadohealth.2019.04.030.

[10] KUSZTOR A, RAUD L, JUEL B E, *et al*. Sleep deprivation differentially affects subcomponents of cognitive control. Sleep, 2019, 42(4): zsz016. doi: 10.1093/sleep/zsz016.

[11] BARTEL P, OFFERMEIER W, SMITH F, *et al*. Attention and working memory in resident anaesthetists after night duty: group and individual effects. Occup Environ Med, 2004, 61(2): 167–170. doi: 10.1136/oem.2002.006197.

[12] GOEL N, RAO H, DURMER J S, *et al*. Neurocognitive consequences of sleep deprivation. Semin Neurol, 2009, 29(4): 320–339. doi: 10.1055/s-0029-1237117.

[13] PENG Z, DAI C, BA Y, *et al*. Effect of sleep deprivation on the working memory-related N2-P3 components of the event-related potential waveform. Front Neurosci, 2020, 14: 469. doi: 10.3389/fnins.2020.00469.

[14] MA N, DINGES D F, BASNER M, *et al*. How acute total sleep loss affects the attending brain: a meta-analysis of neuroimaging studies. Sleep, 2015, 38(2): 233–240. doi: 10.5665/sleep.4404.

[15] ZHANG L, SHAO Y, LIU Z, *et al*. Decreased information replacement of working memory after sleep deprivation: evidence from an event-related potential study. Front Neurosci, 2019, 13: 408. doi: 10.3389/fnins.2019.00408.

[16] CASEMENT M D, BROUSSARD J L, MULLINGTON J M, *et al*. The contribution of sleep to improvements in working memory scanning speed: a study of prolonged sleep restriction. Biol Psychol, 2006, 72(2): 208–212. doi: 10.1016/j.biopsycho.2005.11.002.

[17] GERHARDSSON A, AKERSTEDT T, AXELSSON J, *et al*. Effect of sleep deprivation on emotional working memory. J Sleep Res, 2019, 28(1): e12744. doi: 10.1111/jsr.12744.

[18] LIM J, DINGES D F. A meta-analysis of the impact of short-term sleep deprivation on cognitive variables. Psychol Bull, 2010, 136(3): 375–389. doi: 10.1037/a0018883.

[19] TEMPESTA D, GENNARO L, PRESAGHI F, *et al*. Emotional working memory during sustained wakefulness. J Sleep Res, 2014, 23(6): 646–656. doi: 10.1111/jsr.12170.

[20] SANTISTEBAN J A, BROWN T G, OUIMET M C, *et al*. Cumulative mild partial sleep deprivation negatively impacts working memory capacity but not sustained attention, response inhibition, or decision making: a randomized controlled trial. Sleep Health, 2019, 5(1): 101–108. doi: 10.1016/j.sleh.2018.09.007.

[21] LO J C, GROEGER J A, SANTHI N, *et al*. Effects of partial and acute total sleep deprivation on performance across cognitive domains, individuals and circadian phase. PLoS One, 2012, 7(9): e45987. doi: 10.1371/journal.pone.0045987.

[22] HENNECKE E, LANGE D, STEENBERGEN F, *et al*. Adverse interaction effects of chronic and acute sleep deficits on spatial working

memory but not on verbal working memory or declarative memory. J Sleep Res, 2021, 30(4): e13225. doi: 10.1111/jsr.13225.

[23] LAMBEK R, SHEVLIN M. Working memory and response inhibition in children and adolescents: age and organization issues. Scand J Psychol, 2011, 52(5): 427–432. doi: 10.1111/j.1467-9450.2011.00899.x.

[24] SCHWARZ J, AXELSSON J, GERHARDSSON A, *et al*. Mood impairment is stronger in young than in older adults after sleep deprivation. J Sleep Res, 2019, 28(4): e12801. doi: 10.1111/jsr.12801.

[25] GERHARDSSON A, FISCHER H, LEKANDER M, *et al*. Positivity effect and working memory performance remains intact in older adults after sleep deprivation. Front Psychol, 2019, 10: 605. doi: 10.3389/fpsyg.2019.00605.

[26] SCHWEIZER S, SATPUTE A, ATZIL S, *et al*. The impact of affective information on working memory: a pair of meta-analytic reviews of behavioral and neuroimaging evidence. Psychological Bulletin, 2019, 145(6): 566–609. doi: 10.31234/osf.io/vxrmp.

[27] PASULA E Y, BROWN G G, MCKENNA B S, *et al*. Effects of sleep deprivation on component processes of working memory in younger and older adults. Sleep, 2018, 41(3): zsx213. doi: 10.1093/sleep/zsx213.

[28] LEJBAK L, CROSSLEY M, VRBANCIC M. A male advantage for spatial and object but not verbal working memory using the n-back task. Brain Cogn, 2011, 76(1): 191–196. doi: 10.1016/j.bandc.2010.12.002.

[29] SPECK O, ERNST T, BRAUN J, *et al*. Gender differences in the functional organization of the brain for working memory. Neuroreport, 2000, 11(11): 2581–2585. doi: 10.1097/00001756-200008030-00046.

[30] DZAJA A, ARBER S, HISLOP J, *et al*. Women's sleep in health and disease. J Psychiatr Res, 2005, 39(1): 55–76. doi: 10.1016/j.jpsychires.2004.05.008.

[31] RANGTELL F H, KARAMCHEDU S, ANDERSSON P, *et al*. A single night of sleep loss impairs objective but not subjective working memory performance in a sex-dependent manner. J Sleep Res, 2019, 28(1): e12651. doi: 10.1111/jsr.12651.

[32] SANTHI N, LAZAR A S, MCCABE P J, *et al*. Sex differences in the circadian regulation of sleep and waking cognition in humans. Proc Natl Acad Sci U S A, 2016, 113(19): E2730–2739. doi: 10.1073/pnas.1521637113.

[33] GOLDSTEIN J M, JERRAM M, POLDRACK R, *et al*. Sex differences in prefrontal cortical brain activity during fMRI of auditory verbal working memory. Neuropsychology, 2005, 19(4): 509–519. doi: 10.1037/0894-4105.19.4.509.

[34] LIMA C N C, Da SILVA F E R, CHAVES FILHO A J M, *et al*. High exploratory phenotype rats exposed to environmental stressors present memory deficits accompanied by immune-inflammatory/oxidative alterations: relevance to the relationship between temperament and mood disorders. Front Psychiatry, 2019, 10: 547. doi: 10.3389/fpsyt.2019.00547.

[35] HERMAN A M, CRITCHLEY H D, DUKA T. Risk-taking and impulsivity: the role of mood states and interoception. Front Psychol, 2018, 9: 1625. doi: 10.3389/fpsyg.2018.01625.

[36] VERMEULEN M C M, ASTILL R G, BENJAMINS J S, *et al*. Temperament moderates the association between sleep duration and cognitive performance in children. J Exp Child Psychol, 2016, 144: 184–198. doi: 10.1016/j.jecp.2015.11.014.

[37] HAGEMANN D, HEWIG J, WALTER C, *et al*. Positive evidence for Eysenck's arousal hypothesis: a combined EEG and MRI study with multiple measurement occasions. Personality Individual Differences, 2009, 47(7): 717–721. doi: 10.1016/j.paid.2009.06.009.

[38] TEMPESTA D, SOCCI V, De GENNARO L, *et al*. Sleep and emotional processing. Sleep Med Rev, 2018, 40: 183–195. doi: 10.1016/j.smrv.2017.12.005.

[39] LINDSTROM B R, BOHLIN G. Emotion processing facilitates working memory performance. Cogn Emot, 2011, 25(7): 1196–1204. doi: 10.1080/02699931.2010.527703.

[40] LEVENS S A, PHELPS E A. Emotion processing effects on interference resolution in working memory. Emotion, 2008, 8(2): 267–280. doi: 10.1037/1528-3542.8.2.267.

[41] OSAKA M, YAOI K, MINAMOTO T, *et al*. When do negative and positive emotions modulate working memory performance? Sci Rep, 2013, 3: 1375. doi: 10.1038/srep01375.

[42] PERLSTEIN W M, ELBERT T, STENGER V A. Dissociation in human prefrontal cortex of affective influences on working memory-related activity. Proc Natl Acad Sci U S A, 2002, 99(3): 1736–1741. doi: 10.1073/pnas.241650598.

[43] CHUAH L Y M, DOLCOS F, CHEN A K, *et al*. Sleep deprivation and interference by emotional distracters. Sleep, 2010, 33(10): 1305–1313. doi: 10.1093/sleep/33.10.1305.

[44] GUJAR N, YOO S S, HU P, *et al*. Sleep deprivation amplifies reactivity of brain reward networks, biasing the appraisal of positive emotional experiences. J Neurosci, 2011, 31(12): 4466–4474. doi: 10.1523/JNEUROSCI.3220-10.2011.

[45] CARPENTER S M, PETERS E, VASTFJALL D, *et al*. Positive feelings facilitate working memory and complex decision making among older adults. Cogn Emot, 2013, 27(1): 184–192. doi: 10.1080/02699931.2012.698251.

[46] DAI C, ZHANG Y, CAI X, *et al*. Effects of sleep deprivation on working memory: change in functional connectivity between the dorsal attention, default mode, and fronto-parietal networks. Front Hum Neurosci, 2020, 14: 360. doi: 10.3389/fnhum.2020.00360.

[47] YEUNG M K, SZE S L, WOO J, *et al*. Reduced frontal activations at high working memory load in mild cognitive impairment: near-infrared spectroscopy. Dement Geriatr Cogn Disord, 2016, 42(5/6): 278–296. doi: 10.1159/000450993.

[48] YEUNG M K, LEE T L, CHEUNG W K, *et al*. Frontal underactivation during working memory processing in adults with acute partial sleep deprivation: a near-infrared spectroscopy study. Front Psychol, 2018, 9: 742. doi: 10.3389/fpsyg.2018.00742.

[49] FORNITO A, HARRISON B J, ZALESKY A, *et al*. Competitive and cooperative dynamics of large-scale brain functional networks supporting recollection. Proc Natl Acad Sci U S A, 2012, 109(31): 12788–12793. doi:

10.1073/pnas.1204185109.

[50] TAMBER-ROSENAU B J, ASPLUND C L, MAROIS R. Functional dissociation of the inferior frontal junction from the dorsal attention network in top-down attentional control. J Neurophysiol, 2018, 120(5): 2498–2512. doi: 10.1152/jn.00506.2018.

[51] LEI X, ZHAO Z Y, CHEN H. Extraversion is encoded by scale-free dynamics of default mode network. Neuroimage, 2013, 74: 52–57. doi: 10.1016/j.neuroimage.2013.02.020.

[52] MORAN J M, KELLEY W M, HEATHERTON T F. What can the organization of the brain's default mode network tell us about self-knowledge? Front Hum Neurosci, 2013, 7: 391. doi: 10.3389/fnhum.2013.00391.

[53] QIN P M, NORTHOFF G. How is our self related to midline regions and the default-mode network? Neuroimage, 2011, 57(3): 1221–1233. doi: 10.1016/j.neuroimage.2011.05.028.

[54] SEO J, KIM S H, KIM Y T, *et al*. Working memory impairment in fibromyalgia patients associated with altered frontoparietal memory network. PLoS One, 2012, 7(6): e37808. doi: 10.1371/journal.pone.0037808.

[55] THOMPSON J M, NEUGEBAUER V. Cortico-limbic pain mechanisms. N Neurosci Lett, 2019, 702: 15–23. doi: 10.1016/j.neulet.2018.11.037.

[56] CHAMPOD A S, PETRIDES M. Dissociation within the frontoparietal network in verbal working memory: a parametric functional magnetic resonance imaging study. J Neurosci, 2010, 30(10): 3849–3856. doi: 10.1523/JNEUROSCI.0097-10.2010.

[57] SONG T, YU K, WANG L, *et al*. Total sleep deprivation triggers greater activation in the parietal brain in the visual working memory updating processes: an event-related potentials study. Front Neurosci, 2022, 16: 736437. doi: 10.3389/fnins.2022.736437.

[58] KRAUSE A J, BEN SIMON E, MANDER B A, *et al*. The sleep-deprived human brain. Nat Rev Neurosci, 2017, 18(7): 404–418. doi: 10.1038/nrn.2017.55.

[59] LI C Y, HUANG D Q, QI J L, *et al*. Short-term memory deficits correlate with hippocampal-thalamic functional connectivity alterations following acute sleep restriction. Brain Imaging Behav, 2017, 11(4): 954–963. doi: 10.1007/s11682-016-9570-1.

（2022－10－09收稿，2023－02－14修回）

编辑　姜　恬

CC BY NC

# 本　刊　征　稿　启　事

《四川大学学报(医学版)》(原《华西医科大学学报》)是由教育部主管、四川大学主办的综合性医药类学术刊物，以报道医学相关学科的科研成果为主。主要阅读对象为从事医药卫生工作的科研人员及高等医药院校的师生。2021年起，本刊设有专家笔谈、专家共识、指南解读、医学教育、论著、临床研究及新技术新方法等栏目。

创刊以来，本刊曾荣获各级部门颁发的数次荣誉称号，如全国优秀科技期刊一等奖、国家期刊奖提名奖、国家期刊奖百种重点期刊奖、教育部中国高校精品科技期刊、中国国际影响力优秀学术期刊、中国高校编辑出版质量优秀科技期刊、中国高校百佳科技期刊等。现已被中国科技论文与引文数据库(CSTPCD)、中国科学引文数据库(CSCD)(核心版)、北京大学图书馆《中文核心期刊要目总览》、中国学术期刊网全文数据库(CNKI)、美国《医学索引》(IM/Medline)、美国《生物学文摘》(BA)、美国《化学文摘》(CA)、荷兰《文摘与引文数据库》(Scopus)、日本科学技术振兴机构数据库(JST)等检索系统收录。

凡属于国家重点研发计划、国家自然科学基金及其他部省级以上科研基金资助的来稿或具有创新性、实用性等的来稿，编辑部将优先发表。欢迎积极投稿！

本刊在线投稿网址：https://ykxb.scu.edu.cn

地址：四川省成都市人民南路三段17号《四川大学学报(医学版)》编辑部

邮政编码：610041

联系电话：(028)85501320，(028)85500106

E-mail：scuxbyxb@scu.edu.cn

《四川大学学报(医学版)》编辑部