
睡眠片段化调节认知疲劳的神经生理相关特征 MDPI Clocks&Sleep

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/42280.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

睡眠片段化调节认知疲劳的神经生理相关特征 MDPI Clocks&Sleep。论文标题：Sleep Fragmentation Modulates the Neurophysiological Correlates of Cognitive Fatigue

论文链接：<https://www.mdpi.com/2624-5175/6/4/41>

期刊名：ClocksSleep

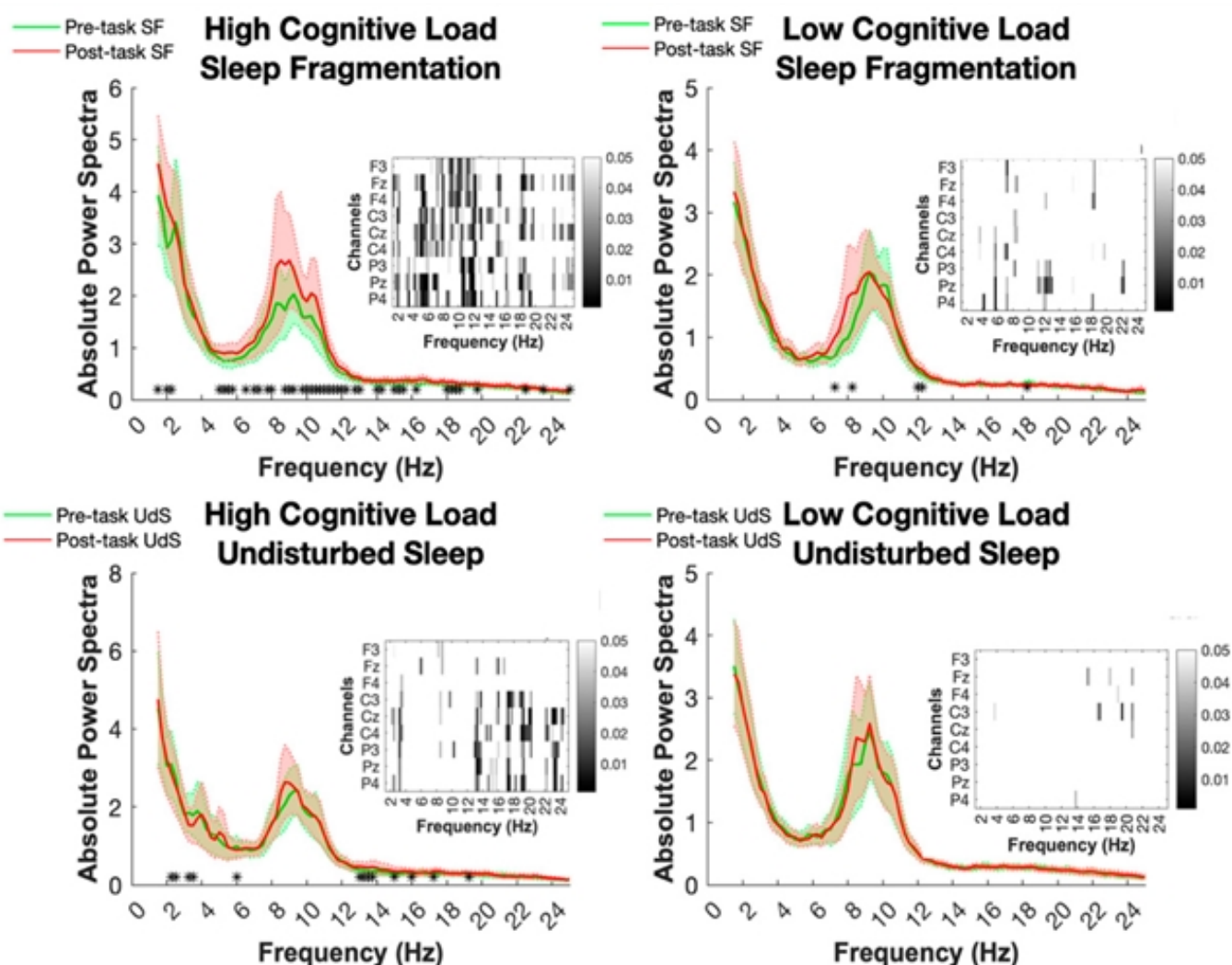
期刊主页：<https://www.mdpi.com/journal/clockssleep>

一、引言

夜间连续且高质量的睡眠对于大脑和身体机能的最佳运作至关重要。相反，睡眠剥夺（SD）和/或睡眠质量差会对身体健康和认知表现产生不利影响。尽管个体对睡眠的需求存在显著差异，但通常建议成年人每晚平均睡眠7小时，以避免对健康造成负面后果。然而，即使睡眠时长充足，个体也未必能获得高效的睡眠，这可能是由影响睡眠质量和连续性的多种因素造成的。可能影响睡眠连续性的一个因素是睡眠片段化（SF），其特征是睡眠期间反复出现中断；即使这些中断未导致完全清醒，也会阻碍大脑进入巩固的慢波睡眠和快速眼动（REM）睡眠阶段。研究表明，这些睡眠阶段的片段化会削弱睡眠的恢复作用，并对日间认知功能产生不利影响。

二、分析与结果

研究对静息态脑电（Resting-States EEG）和任务期脑电（TloadDback EEG）数据进行了分段和条件对比分析。研究发现，高认知负荷（HCL）结合碎片化睡眠（SF）会引发最显著的脑电功率变化（Theta、Alpha及Beta频段均在任务后及任务晚期显著升高），表现为全头皮范围的神经活动增强，这通常是认知疲劳累积的典型神经标记。低负荷条件下或未受睡眠干扰的条件下，此类疲劳相关脑电特征不明显。



三、材料与方法

本项脑电图（EEG）研究以16名健康年轻人为对象，考察了实验诱导的睡眠片段化对认知疲劳神经生理指标的影响。受试者需在实验室度过两个为期三晚的周期：一次为睡眠未受干扰（UdS）条件，另一次为通过不引起觉醒的听觉刺激诱导睡眠片段化（SF）的条件；两种条件的顺序经过平衡安排。受试者在上述条件下分别执行高认知负荷（HCL）和低认知负荷（LCL）的TloadDback任务（这是一项根据个体最大认知资源量身定制的工作记忆任务）。研究记录了受试者在清醒状态下的脑电活动，包括任务前后的5分钟静息态以及16分钟的任务练习期间。

四、讨论与局限

在本研究中，年轻健康的成年人采用平衡设计，连续三晚经历听觉诱发的睡眠碎片化（SF）和三晚的正常睡眠（UdS）。我们之前的研究表明，即使两种条件下总睡眠时间相同，SF也会对睡眠结构、疲劳主观评价和认知表现产生影响。值得注意的是，我们的年轻成年参与者能够在多个认知领域中，在行为层面补偿睡眠连续性改变带来的影响。

在睡眠碎片化（SF）后，高认知负荷（HCL）条件下，静息状态下的 β 波活动从TloadDback任务前（RS1）到任务后（RS2）有所增加。此外，在HCL/SF和LCL/UdS条件下，TloadDback任务的起始段和结束段之间，高 β 频段的峰值显著升高。这些发现表明，在高认知负荷和睡眠碎片化

的情况下，大脑的 β 活动增强。睡眠剥夺会持续增加脑电图 β 活动，这与认知能力下降、情绪失调和脑网络组织改变相关。

尽管本研究就睡眠片段化对认知疲劳及其神经生理相关因素的影响提供了宝贵的见解，但仍存在一些局限性值得关注。我们的研究对象为健康的年轻人，这可能限制了研究结果向更广泛人群（尤其是病理状况下的人群）的推广。未来的研究可在现有发现的基础上，针对临床群体（如患有长新冠相关认知疲劳、多发性硬化症或慢性疲劳综合征的个体）开展研究，以进一步探讨睡眠片段化在病理背景下的影响。此外，实验诱导的睡眠片段化可能无法完全模拟现实生活中通常持续时间更长的睡眠障碍，这可能会限制研究结果的生态效度。最后，尽管认知负荷任务的设计和脑电（EEG）测量经过精心构建，但仍可能无法完全涵盖日常认知需求与神经反应的复杂性。尽管存在这些局限性，本研究仍为未来在更多样化和更具生态效度的情境下探索这些现象奠定了基础。

五、结论：本项研究探讨了睡眠质量和认知负荷对年轻人认知疲劳神经生理指标的影响。研究发现，在高认知负荷（HCL）和睡眠片段化（SF）条件下，EEG活动发生了显著变化： β 波和 α 波活动的增强分别反映了认知努力的增加和放松反弹效应； θ 波活动的增强趋势则提示存在维持任务表现的代偿机制。在低认知负荷（LCL）和睡眠未受干扰（UdS）条件下，低频 β 波功率密度的增加表明，即使在任务要求较低的情况下，大脑也会进行增强的认知加工以维持表现水平。这些发现突显了 α 波和 θ 波节律在认知疲劳和任务表现中的作用，提示它们有望作为监测认知负荷的神经指标。总体而言，本研究揭示了睡眠质量与认知负荷之间的相互作用，强调了两者的共同影响。这些见解有助于深入理解认知疲劳的机制，并为睡眠呼吸暂停等病症下的疲劳管理提供参考。

Benkirane, O.; Simor, P.; Mairesse, O.; Peigneux, P. Sleep Fragmentation Modulates the Neurophysiological Correlates of Cognitive Fatigue. *Clocks Sleep* 2024, 6, 602-618. <https://doi.org/10.3390/clockssleep6040041>

期刊介绍：

Clocks Sleep (ISSN 2624-5175) 是一个多学科、经同行评审的开放获取期刊，致力于发表涵盖各类生物体生物节律与睡眠各方面内容的原创研究。该期刊关注的重点议题包括针对细胞培养的睡眠研究，以及针对患有昼夜节律系统相关病症或伴随睡眠障碍患者的临床研究。期刊涵盖的研究领域广泛，涉及遗传学、分子生物学、生物化学、神经科学、神经内分泌学、行为学、生理学、认知科学及流行病学等因素，同时也关注脑成像、梦境、建模、轮班工作以及临床方法与相关议题。我们欢迎有关基础研究、临床研究及应用科学的原创论文、综述、简报和病例报告。



主编：Prof. Dr. Christian Cajochen

Psychiatric Hospital of the University of Basel, Centre for Chronobiology, Wilhelm-Kleinstr. 27, CH-4002 Basel, Switzerland



主编：Prof. Dr. Paul Franken

Center for Integrative Genomics, University of Lausanne, 1015 Lausanne, Switzerland

- 2025 Impact Factor : 3.2
- Journal Rank: JCR - Q2 (Clinical Neurology)
- Time to First Decision : 23.2 Days
- Acceptance to Publication : 4.6 Days

来源：Clocks&Sleep

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发