

慢性失眠对跨期决策行为的影响

朱紫若, 徐乔乔, 庞金金, 席春华*

安徽医科大学第三附属医院神经内科, 安徽 合肥

收稿日期: 2026年1月12日; 录用日期: 2026年2月6日; 发布日期: 2026年2月13日

摘要

目的: 本研究旨在探究慢性失眠障碍(CID)对跨期决策行为的影响, 为睡眠干预改善决策提供理论与实践依据。方法: 选取2024年1月至2025年8月合肥市第一人民医院门诊及住院的35例CID患者作为慢性失眠组, 以及30例年龄、性别、受教育年限相匹配的健康人群作为睡眠良好组。通过匹兹堡睡眠质量指数量表(PSQI)、Epworth嗜睡量表(ESS)等临床症状量表评估睡眠、疲劳、情绪等状况; 运用数字广度(DS)、连线任务(TMT)等神经心理学测试评估认知、执行功能; 跨期选择、延迟折扣、价值评估等中文版实验范式评估跨期决策能力。结果: 慢性失眠组PSQI、ESS、FSS、ISI、HAS、SDS、SAS评分均显著高于睡眠良好组($p < 0.05$); 神经心理学测试中, 慢性失眠组在数字连线任务A ($p = 0.026$)、数字广度顺背($p = 0.012$)及逆背($p = 0.017$)任务表现显著差于睡眠良好组; 跨期决策方面, 慢性失眠组在跨期选择任务的now实验和not-now实验中即时偏好显著($p < 0.05$), 延迟折扣任务K值(0.0487 ± 0.0715)显著高于睡眠良好组($0.0101 \pm 0.0323, p = 0.006$), 价值评估任务两组无显著差异($p > 0.05$)。Pearson相关分析结果显示慢性失眠组K值与PSQI、ESS、ISS、SDS、SAS呈正相关($p < 0.05$), 与FSS、HAS、数字连线、数字广度任务相关性不显著。结论: 慢性失眠患者存在工作记忆与执行功能损害, 慢性失眠会导致跨期决策能力受损。

关键词

跨期决策, 延迟折扣, 慢性失眠

The Influence of Chronic Insomnia on Intertemporal Decision-Making Behavior

Ziruo Zhu, Qiaoqiao Xu, Jinjin Pang, Chunhua Xi*

Department of Neurology, The Third Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei Anhui

Received: January 12, 2026; accepted: February 6, 2026; published: February 13, 2026

Abstract

Objective: This study aims to explore the impact of chronic insomnia disorder (CID) on intertemporal

*通讯作者。

decision-making behavior and provide a theoretical and practical basis for sleep intervention to improve decision-making. **Methods:** Thirty-five patients with CID who were outpatients and inpatients of the First People's Hospital of Hefei from January 2024 to August 2025 were selected as the chronic insomnia group, and 30 healthy people with matched age, gender, and years of education were selected as the good sleep group. Sleep, fatigue, mood, and other conditions were evaluated through clinical symptom scales such as the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) and the Epworth Sleepiness Scale (ESS). Cognitive and executive functions are evaluated using neuropsychological tests such as Number Span (DS) and connect-Task (TMT). Chinese experimental paradigms such as intertemporal selection, delayed discount, and value assessment are used to evaluate intertemporal decision-making capabilities. **Results:** The scores of PSQI, ESS, FSS, ISI, HAS, SDS, and SAS in the chronic insomnia group were significantly higher than those in the good sleep group ($p < 0.05$). In the neuropsychological test, the chronic insomnia group performed significantly worse than the group with good sleep in the tasks of the number connection task A ($p = 0.026$), number breadth forward memorization ($p = 0.012$), and backward memorization ($p = 0.017$). In terms of intertemporal decision-making, the chronic insomnia group had a significant immediate preference in the now experiment and the not-now experiment of the intertemporal selection task ($p < 0.05$), and the K value of the delayed discounting task (0.0487 ± 0.0715) was significantly higher than that of the good sleep group (0.0101 ± 0.0323 , $p = 0.006$). There was no significant difference in the value assessment tasks between the two groups ($p > 0.05$). The results of Pearson correlation analysis showed that the K value in the chronic insomnia group was positively correlated with PSQI, ESS, ISS, SDS, and SAS ($p < 0.05$), but not significantly correlated with FSS, HAS, digital connection, and digital breadth tasks. **Conclusion:** Patients with chronic insomnia have impairments in working memory and executive function. Chronic insomnia can lead to impaired intertemporal decision-making ability.

Keywords

Intertemporal Decision-Making, Delayed Discount, Chronic Insomnia

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

慢性失眠障碍(CID)指在排除其他躯体或精神疾病及物质因素的前提下,每周大于等于3次出现入睡困难、睡眠维持障碍或早醒,且持续时间超过3个月[1],并伴随着日间功能的受损。目前最新的流行病学调查显示,发达国家中有10%~15%的成年人患有CID,且存在性别年龄差异[2]。跨期决策作为个体或群体在不同时间点对收益和成本进行权衡与选择的过程,广泛存在于经济学、心理学、管理学等领域[3]。基于目前现有研究,我们已知慢性失眠会导致前额叶皮层功能减弱[4],而前额叶皮层是跨期决策中负责理性评估、冲动控制和未来规划的核心脑区[5]。是否可以以此推断,慢性失眠会影响跨期决策行为能力。本研究旨在通过对慢性失眠患者跨期决策能力的研究,填补慢性失眠这一长期生理心理状态与跨期决策这一高级认知行为之间关系的研究空白,揭示其内在认知机制,从而为从睡眠干预角度改善决策、促进长期健康行为提供理论依据。这不仅有助于提高我们对良好睡眠的重视,也将推动行为经济学、健康心理学和神经科学在决策研究领域的交叉与融合。

2. 资料与方法

2.1. 研究对象

选取2024年1月至2025年8月在安徽医科大学第三附属医院门诊及住院就诊患者。

2.2. 纳入及排除标准

纳入标准：慢性失眠组：① 年龄 18~60 岁，右利手，受教育年限 ≥ 5 年；② 符合国际睡眠障碍分类第三版慢性失眠诊断标准，且病程大于等于 3 个月；③ 匹兹堡睡眠质量量表 PSQI > 7 分，SDS < 73 分，SAS < 70 分，排除严重的焦虑及抑郁；④ 简易精神评定表(MMSE) ≥ 24 分，具有正常视听和语言理解表达力；⑤ 无中枢神经系统严重疾病，无精神疾病或其他严重疾病致不能配合者。睡眠障碍组：① 同时期纳入人口学资料与慢性失眠组相匹配；② PSQI ≤ 7 分，SDS < 73 分，SAS < 70 分；③ MMSE ≥ 24 分，具有正常视听和语言理解表达力；④ 无失眠主诉，无神经精神疾病等病史。

排除标准：① 明确诊断的精神科疾病；② 明确的由神经系统疾病引起的睡眠障碍；③ 有视觉、听觉和运动、理解障碍的无法完成试验者；④ 特殊药物、酒精或精神活性物质滥用者；⑤ 排除严重的焦虑、抑郁，即 SDS ≥ 73 分，SAS ≥ 70 分。⑥ 其他严重的全身性疾病致不能配合者。

2.3. 方法

2.3.1. 临床症状量表及神经心理学背景测试

被试在一个明亮、安静的房间填写匹兹堡睡眠质量指数量表(PSQI)、Epworth 嗜睡量表(ESS)、失眠严重程度量表(ISI)、疲劳严重程度量表(FSS)、过度觉醒量表(HAS)、抑郁自评量表(SDS)、焦虑自评量表(SAS)。之后被试进行神经心理学背景测试，包括数字广度(DS)、连线任务(TMT)和简易精神状态检查(MMSE)。其中，DS 分为顺背和倒背任务，连线任务分为任务 A 和任务 B。以上所有测试均由 1 名接受过系统培训的神经内科学硕士研究生指导被试独立完成测试。

2.3.2. 跨期选择任务中文版

跨期选择任务的实验范式基于 Figner [6]使用的 Intertemporal-Choice 设计，采用 E-Prime 2.0 创建并运行。该任务包含 36 组由不同时间 - 金钱组合构成的二项选择，在笔记本电脑上以随机顺序呈现。每个试次要求被试在“即时 - 较少奖励(SS)”和“延迟 - 较多奖励(LL)”之间做出选择。延迟折扣任务中文版：延迟折扣任务的实验范式基于 Kriby [7]使用的 Delay-Discounting 设计。实验过程中呈现 27 组由不同时间 - 金钱组合构成的二元选择。该任务采用双曲线模型进行计算，公式为 $V = A/(1 + kD)$ ，其中 A 表示同一选择中 SS 选项的奖励金额；D 表示选择中的延迟时间(单位：天)；k 是反映折扣率的参数；V 表示个体的主观价值，即参与者所选 LL 选项的奖励金额[8]。主观价值评估任务：参与者需要评估选择集中 12 个单一时间 - 金钱组合选项对其的吸引力程度。采用连续视觉模拟量表进行评分，量表两端锚定为“非常不吸引”和“非常吸引”，对应 1~9 分。参与者通过键盘上相应的数字键(1~9)进行选择。

2.4. 统计分析方法

所有统计分析均使用 SPSS 27.0 完成。采用卡方检验和独立样本 t 检验比较横断面研究中的人口学特征和神经心理学背景测试结果。通过 Pearson 相关分析探究神经心理学测试得分与 K 值之间的相关性。

3. 结果

3.1. 临床量表和神经心理学背景测试结果

慢性失眠组共纳入 35 例患者，其中男 16 例，女 19 例，平均年龄(36.54 ± 6.104)，平均受教育年限(11.74 ± 3.202)。睡眠良好组 30 例正常人，其中男 16 例，女 14 例，平均年龄(33.47 ± 8.435)，平均受教育年限(12.27 ± 3.562)。慢性失眠组与睡眠良好组在年龄($t = 1.701, p = 0.094$)、性别($\chi^2 = 0.375, p = 0.540$)、受教育年限($t = 0.535, p = 0.524$)等差异均无统计学意义。与睡眠良好组相比，慢性失眠组 PSQI、ESS、FSS、ISI、HAS、SDS、SAS 评分均明显升高，差异有统计学意义($p < 0.05$)。

神经心理学背景测试中,慢性失眠组在数字连线任务 A ($t = 2.281, p = 0.026$)和数字广度顺背($t = 2.595, p = 0.012$)、逆背($t = 2.477, p = 0.017$)任务中,两组间差异显著,见表 1。

Table 1. Comparisons of demographic data, clinical symptom scales, and neuropsychological test results between the two groups
表 1. 两组人口资料学、临床症状量表及神经心理学测试结果比较

变量	睡眠良好组	慢性失眠组	检验值	<i>p</i>
性别	16/14	16/19	0.375	0.540
年龄	33.47 ± 8.435	36.54 ± 6.104	1.701	0.094
受教育年限	12.27 ± 3.562	11.74 ± 3.202	0.535	0.524
PSQI	4.20 ± 1.243	17.43 ± 1.914	33.474	<0.001
ESS	4.60 ± 1.933	6.77 ± 4.081	2.784	0.008
ISI	5.20 ± 2.156	23.14 ± 3.844	23.621	<0.001
FSS	2.43 ± 1.006	3.77 ± 1.437	4.394	<0.001
HAS	28.70 ± 3.949	45.91 ± 6.349	13.314	<0.001
SDS	31.20 ± 5.176	38.60 ± 7.724	4.592	<0.001
SAS	30.23 ± 3.224	37.09 ± 6.294	5.636	<0.001
MMSE	29.97 ± 0.183	29.94 ± 0.236	0.450	0.654
Digits Spar 顺背	7.70 ± 0.952	7.11 ± 0.867	2.595	0.012
Digits Spar 逆背	5.20 ± 0.925	4.60 ± 1.035	2.477	0.017
数字连线 A	43.99 ± 8.950	51.39 ± 15.708	2.281	0.026
数字连线 B	95.22 ± 15.568	100.60 ± 27.586	0.947	0.347

3.2. 跨期决策结果

跨期选择任务中慢性失眠组和睡眠良好组在 now 实验和 not-now 实验三个差异组中差异均有统计学意义($p < 0.05$)。延迟折扣任务中慢性失眠组 K 值为(0.0487 ± 0.0715),睡眠良好组 K 值为(0.0101 ± 0.0323),两组差异具有统计学意义($p = 0.006$)。价值评估任务中,在三个金额组中两组间的差异均无统计学意义($p > 0.05$),见表 2。

Table 2. Comparison of intertemporal decision-making tasks between the two groups
表 2. 两组跨期决策任务比较

	睡眠良好组	慢性失眠组	<i>t</i>	<i>p</i>
跨时选择任务				
now 试验				
小差异组	0.3611 ± 0.0614	0.0047 ± 0.0282	5.784	<0.001
中间差异组	0.5944 ± 0.4075	0.0333 ± 0.0886	7.394	<0.001
大差异组	0.7333 ± 0.3322	0.1238 ± 0.2114	8.659	<0.001

续表

not-now 试验				
小差异组	0.3611 ± 0.3278	0.0047 ± 0.0281	5.936	<0.001
中间差异组	0.5611 ± 0.4094	0.0190 ± 0.0672	7.170	<0.001
大差异组	0.7389 ± 0.3353	0.0857 ± 0.1733	9.625	<0.001
延迟折扣任务				
k 值	0.0101 ± 0.0323	0.0487 ± 0.0715	2.872	0.006
价值评估任务				
低金额组	4.5000 ± 1.6082	4.2643 ± 1.2171	0.672	0.504
中金额组	4.8583 ± 1.3641	4.9643 ± 0.7528	0.395	0.694
高金额组	5.4714 ± 1.1660	5.4714 ± 0.9829	1.769	0.077

3.3. K 值与神经心理学背景测试及临床症状评估的相关性分析

Pearson 相关分析结果显示慢性失眠组 K 值与 PSQI、ESS、ISS、SDS、SAS 呈正相关($p < 0.05$), 与 FSS、HAS、数字连线、数字广度任务相关性则并不显著, 见图 1。

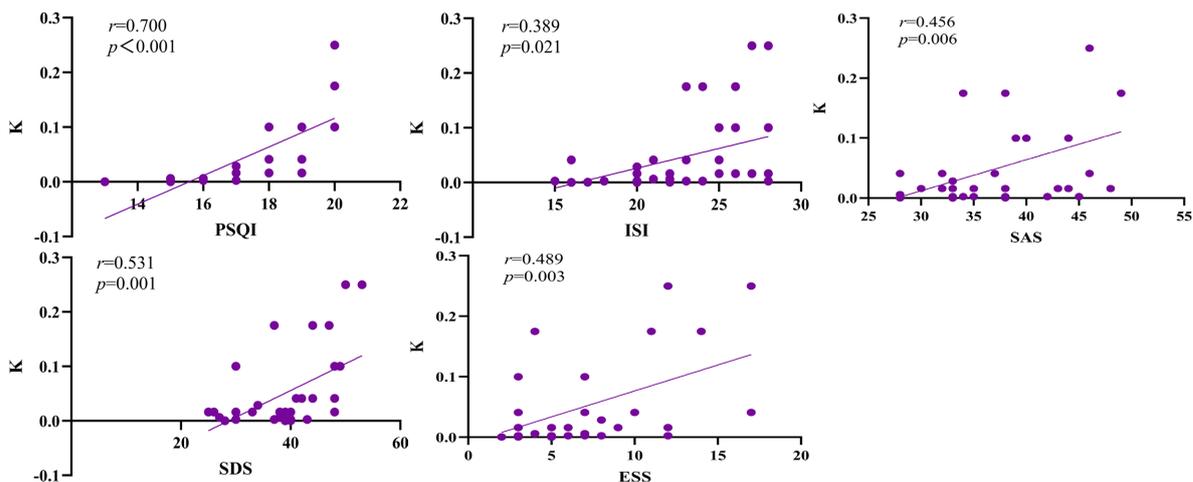


Figure 1. Correlations between K values and neuropsychological background tests as well as clinical symptom assessments
图 1. K 值与神经心理学背景测试及临床症状评估的相关性

4. 讨论

工作记忆与执行功能作为高级认知功能的核心组成部分, 其完整性高度依赖于前额叶皮层, 尤其是背外侧前额叶皮层(DLPFC)的有效运作[9]。本研究中慢性失眠组在数字广度顺背及逆背任务中得分均低于睡眠良好组, 反映出 CID 患者在前额叶功能, 特别是信息存储与操作能力上的减退。慢性失眠所特有的睡眠结构紊乱, 例如慢波睡眠的减少与睡眠的片段化, 已被证实能够降低前额叶皮层的神经活动与代谢水平, 从而直接干扰工作记忆中对信息的编码、维持及提取过程[10]。执行功能方面, TMT-A 主要反映视觉搜索、注意力集中和运动速度, 而 TMT-B 主要与工作记忆与抑制控制相关, 本实验中 TMT-B 的差异性并不显著, 可能与样本量较少有关[11]。

跨期决策本质上是一个在不同时间点进行成本与收益权衡的复杂过程, 其神经基础涉及前额叶 - 纹

状体回路的功能协同与拮抗。本研究中, CID 患者在跨期决策任务中表现出显著的即时偏好, 且在延迟折扣任务中呈现出更高的 K 值, CID 患者对未来奖赏的主观贬值速度更快, 决策行为更冲动。这一行为模式的背后, 提示着前额叶-纹状体回路的功能失衡。前额叶皮层负责对未来奖赏进行长期规划、冲动抑制和价值评估, 而纹状体则更多参与即时奖赏的动机性处理和信号传递, 慢性失眠导致的前额叶功能减弱, 降低了对纹状体传递的强烈即时奖赏信号的抑制控制, 从而使个体更倾向于即时奖赏[12]。此外, 睡眠良好组在“now”与“not-now”两种时间对比下的选择模式存在明显差异, 而 CID 组的选择率在两种框架下却趋于一致。这表明 CID 患者对时间的敏感性减弱, 可能是因为前额叶功能受损, 难以依据任务语境有效地调整其认知与决策权重, 从而进一步加剧了其在跨期选择中的僵化与冲动模式[13]。

既往研究表明, 睡眠剥夺会显著增加延迟贴现率, 且该变化与背外侧前额叶皮层和伏隔核之间功能连接的减少相关[14]。本研究中 CID 组延迟折扣率的升高与急性睡眠剥夺研究的发现一致, 无论是急性的睡眠缺失还是长期的慢性失眠, 都可能通过共同的神经通路, 即前额叶-纹状体回路的功能损害, 来影响延迟贴现过程。特别需要指出的是, 研究中 CID 组伴随着更高水平的焦虑与抑郁情绪, 负面情绪状态已被证实能够提高延迟贴现率, 个体可能为了快速缓解当下的情绪不适而优先选择即时奖赏[15]。Pearson 相关分析结果显示, K 值与 SDS、SAS 得分呈正相关, 为情绪因素在决策冲动中的作用提供了初步的数据支持。在价值评估任务中两组无显著差异, 慢性失眠患者对奖赏本身的主观价值判断并未发生根本改变, 其决策偏差更多体现在时间维度上的价值折现过程, 而非基础的奖赏感知系统。

5. 总结

综上所述, 本研究认为慢性失眠对跨期决策行为的影响是多层面、多机制相互作用的结果: 首先, 慢性的过度觉醒状态破坏了大脑的信息处理效率, 导致时间和价值计算异常。其次, 前额叶皮层及相关神经回路的功能障碍, 直接影响冲动控制、冲突解决和长远规划能力。最后, 焦虑、抑郁等共病因素通过调节情绪性价值处理, 进一步加剧了时间贴现决策中的冲动性。这些机制相互连接、彼此影响, 共同构成了慢性失眠患者异常时间贴现决策的神经基础。

声明

本研究得到安徽医科大学第三附属医院伦理委员会批准。所有研究对象均知情同意。

基金项目

2023 年度合肥市卫生健康委应用医学科研项目(No. Hwk2023yb003); 2024 年度安徽省中医药传承创新科研项目(No. 2024CCX230); 2024 年度安徽省卫生健康科研项目(No. 2024BAc30003); 2025 年度安徽省科学研究项目(No. 2025AHGXZK30517)。

参考文献

- [1] Sateia, M.J. (2014) International Classification of Sleep Disorders-Third Edition: Highlights and Modifications. *Chest*, **146**, 1387-1394. <https://doi.org/10.1378/chest.14-0970>
- [2] Dubois, J.M., Rouen, A. and Léger, D. (2024) Insomnie: Définitions, épidémiologie et évolution avec l'âge. *La Revue du praticien*, **74**, 260-265.
- [3] Sripada, C.S., Gonzalez, R., Luan Phan, K. and Liberzon, I. (2011) The Neural Correlates of Intertemporal Decision-Making: Contributions of Subjective Value, Stimulus Type, and Trait Impulsivity. *Human Brain Mapping*, **32**, 1637-1648. <https://doi.org/10.1002/hbm.21136>
- [4] Li, J., Li, S., Zeng, S., Wang, X., Liu, M., Xu, G., et al. (2024) Static and Temporal Dynamic Alterations of Local Functional Connectivity in Chronic Insomnia. *Brain Imaging and Behavior*, **18**, 1385-1393. <https://doi.org/10.1007/s11682-024-00928-0>

-
- [5] Lv, C., Wang, Q., Chen, C., Qiu, J., Xue, G. and He, Q. (2019) The Regional Homogeneity Patterns of the Dorsal Medial Prefrontal Cortex Predict Individual Differences in Decision Impulsivity. *NeuroImage*, **200**, 556-561. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.07.015>
- [6] Figner, B., Knoch, D., Johnson, E.J., Krosch, A.R., Lisanby, S.H., Fehr, E., *et al.* (2010) Lateral Prefrontal Cortex and Self-Control in Intertemporal Choice. *Nature Neuroscience*, **13**, 538-539. <https://doi.org/10.1038/nn.2516>
- [7] Kirby, K.N., Petry, N.M. and Bickel, W.K. (1999) Heroin Addicts Have Higher Discount Rates for Delayed Rewards than Non-Drug-Using Controls. *Journal of Experimental Psychology: General*, **128**, 78-87. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.128.1.78>
- [8] 王璐, 何孔亮, 柏晓蒙, 等. 精神分裂症患者及其未发病一级亲属跨期决策的研究[J]. 中国神经精神疾病杂志, 2017, 43(8): 470-474.
- [9] Baddeley, A. (2012) Working Memory: Theories, Models, and Controversies. *Annual Review of Psychology*, **63**, 1-29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>
- [10] Alsameen, M., DiFrancesco, M.W., Drummond, S.P.A., Franzen, P.L. and Beebe, D.W. (2021) Neuronal Activation and Performance Changes in Working Memory Induced by Chronic Sleep Restriction in Adolescents. *Journal of Sleep Research*, **30**, e13304. <https://doi.org/10.1111/jsr.13304>
- [11] Llinàs-Reglà, J., Vilalta-Franch, J., López-Pousa, S., Calvó-Pexas, L., Torrents Rodas, D. and Garre-Olmo, J. (2016) The Trail Making Test. *Assessment*, **24**, 183-196. <https://doi.org/10.1177/1073191115602552>
- [12] McClure, S.M., Laibson, D.I., Loewenstein, G. and Cohen, J.D. (2004) Separate Neural Systems Value Immediate and Delayed Monetary Rewards. *Science*, **306**, 503-507. <https://doi.org/10.1126/science.1100907>
- [13] Lowe, C.J., Safati, A. and Hall, P.A. (2017) The Neurocognitive Consequences of Sleep Restriction: A Meta-Analytic Review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, **80**, 586-604. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.07.010>
- [14] Massar, S.A.A., Lim, J. and Huettel, S.A. (2019) Sleep Deprivation, Effort Allocation and Performance. In: *Progress in Brain Research*, Elsevier, 1-26. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2019.03.007>
- [15] MacKillop, J., Amlung, M.T., Few, L.R., Ray, L.A., Sweet, L.H. and Munafò, M.R. (2011) Delayed Reward Discounting and Addictive Behavior: A Meta-Analysis. *Psychopharmacology*, **216**, 305-321. <https://doi.org/10.1007/s00213-011-2229-0>