

睡前思维内容和觉醒状态对睡眠质量的影响

——来自睡眠脑电的证据

陈凤至

西南大学心理学部, 重庆

收稿日期: 2026年1月28日; 录用日期: 2026年3月4日; 发布日期: 2026年3月19日

摘要

本研究基于正常睡眠群体, 探索其睡前思维内容和觉醒状态对个体睡眠质量的影响。问卷研究部分, 随机选取了301名被试并对其自然发生的各类睡前思维内容进行系统性分析, 采用结构方程模型探究在反刍思维和觉醒程度的作用下, 睡前思维内容对个体睡眠质量的影响机制。脑电研究部分, 选取其中20名被试参与睡眠脑电实验, 以非快速眼动期低频节律 θ 、 α 活动的降低作为个体认知觉醒的生理指标, 依托其对睡眠质量的影响进行模型验证。结合主观报告和客观脑电数据, 本研究发现, 当个体睡前思考有关担忧或焦虑性的思维内容(包括“对于焦虑的焦虑”、“睡眠焦虑”等)时更易陷入反刍思维, 引起个体持续的心理与生理唤醒, 延长个体入睡时间并影响其睡眠质量。

关键词

睡前思维, 睡眠质量, 睡前觉醒

Effects of Pre-Sleep Thought Content and Arousal State on Sleep Quality

—Evidence from Sleep Electroencephalography

Fengzhi Chen

Faculty of Psychology, Southwest University, Chongqing

Received: January 28, 2026; accepted: March 4, 2026; published: March 19, 2026

Abstract

Based on the normal sleep group, this study explored the effects of their pre-sleep thought content

and arousal state on individual sleep quality. In the questionnaire part of the study, 301 subjects were randomly selected and their naturally occurring pre-sleep thoughts were systematically analyzed, and structural equation modeling was used to explore the mechanism of pre-sleep thought content's influence on individual sleep quality under the effect of rumination and arousal level. In the EEG part of the study, 20 subjects were selected to participate in the sleep EEG experiments, and the reduction of low-frequency rhythm theta and alpha activities in the non-rapid eye movement period was used as a physiological indicator of individual cognitive arousal, relying on its effect on sleep quality for model validation. Combining subjective reports and objective EEG data, this study found that individuals are more likely to fall into ruminative thinking when they think about worry or anxious thoughts (including "anxiety about anxiety", "sleep anxiety", etc.) before going to bed, which induces persistent psychological and physiological arousal, prolongs sleep onset and affects sleep quality.

Keywords

Pre-Sleep Thought, Sleep Quality, Pre-Sleep Arousal

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

睡眠是指有生命的个体暂时失去大脑意识和自主肌肉活动，经适当刺激可恢复清醒的生理功能。睡眠质量是个体对睡眠的主观评估(Buysse, 2014)，良好睡眠可提升抗感染与机体修复能力，长期睡眠不佳则增加患病风险，损害心理健康与认知功能。

睡前觉醒的躯体与认知成分会干扰入睡及睡眠维持(Riemann et al., 2010)。Perlis等(1997)在失眠神经认知模型中首次系统提出“过度觉醒”的概念，认知行为不适应会强化睡眠起始阶段的觉醒状态，扭曲睡眠中感官信息加工，引发入睡困难与睡眠质量下降。Bonnet等人认为，失眠患者大多遭受过度觉醒障碍，导致睡眠质量降低及其他常见的伴随症状(Bonnet & Arand, 1997)。Spielman等人提出的3P模型认为急性失眠后不当应对策略可引发条件性觉醒，发展为慢性失眠(Spielman et al., 1987)。Riemann等(2010)在3P模型与神经认知模型的基础上完善失眠过度唤醒模型，提出过度觉醒是失眠的核心特征，也是影响睡眠质量的关键因素。

睡前思维内容为入睡前自发性认知活动，不同内容对睡眠质量影响存在差异。一方面，有关一般担忧、睡眠特异性担忧的思维内容可能引起个体焦虑性认知觉醒(Riemann et al., 2010)，对其睡眠质量产生负面影响。例如，个体的睡前思维内容如果集中在对认知觉醒(Espie & Tweedie, 1991)或功能失调的认知中(Morin, 1993)、对睡眠不足的恐惧中，或者过度关注睡眠本身，可能由此产生焦虑等消极情绪，导致认知觉醒水平的升高，出现失眠症状(Riemann et al., 2010)。根据失眠维持认知模型，失眠患者更容易因睡眠不足而对睡前睡眠状态过度担忧，导致日间功能障碍，而这种过度的负性思维活动可能导致自主神经系统觉醒和情绪障碍(Harvey & Payne, 2002)。另一方面，对于非焦虑性的思维内容所引起的睡前认知觉醒，虽不伴随负面情绪(Hantsoo et al., 2013)，但都被研究证实与个体睡眠潜伏期的增加有关，但焦虑性睡前认知觉醒的参与者的睡眠潜伏期更长和主观睡眠质量更低(Čapková et al., 2018)。然而，也有其他研究显示，睡前两种认知觉醒之间没有入睡时间或睡眠质量差异，这可能是由于不同实验设计所诱发被试的觉醒水平不一致(Tang & Harvey, 2004)。此外，还有一些其他的睡前自发性或侵入性的思维内容，同样被

证实会对个体睡眠产生一定的影响。例如, Schmidt 等人发现在睡前进行反事实的思考会损害睡眠并增加失眠的风险(Schmidt et al., 2018)。Cordi 等人研究发现, 睡前使用催眠建议诱导积极的想法会增加白天小睡和夜间睡眠期的慢波睡眠, 有利于个体睡眠质量(Cordi et al., 2020)。

综上, 不同睡前思维内容对睡眠质量的影响存在异质性, 现有研究对具体思维内容的作用机制、不同认知觉醒类型的系统对比仍较匮乏, 且多以实验室诱发思维为对象, 缺乏自然状态下睡前自发思维对睡眠质量影响的实证研究。

反刍思维是个体遭遇压力事件后反复想负面事件的自发倾向(Nolen-Hoeksema & Morrow, 1991)。持续认知假说(perseverative cognition hypothesis)指出, 反刍会产生持续的心理与生理唤醒(Brosschot et al., 2006), 干扰睡眠进程。过往研究表明, 反刍思维和睡眠质量存在显著的负相关关系(Baglioni et al., 2010; Pilcher & Huffcutt, 1996)。一项针对患者群体的研究显示, 个体对疾病的反刍思维可能会打乱原有的睡眠模式, 进而降低个体的睡眠质量(Zhang et al., 2019)。Carney 等人发现反刍程度高的失眠患者睡眠效率和质量较低(Carney et al., 2010)。而 Thomsen 等(2003)发现健康个体在控制负面情绪后, 其反刍性沉思也与较差的睡眠质量相关, 压力事件后的反刍性沉思可能预示入睡潜伏期增加(Zoccola et al., 2009)和睡眠质量下降(Guastella & Moulds, 2007)。

失眠的认知模型表明, 当个体面对睡眠威胁或睡眠缺失时, 可能会引起对睡眠的负面认知或错误信念, 如焦虑等负性睡眠思维活动(Harvey, 2002)。而反刍思维会强化负性线索感知, 增加睡前认知觉醒与负性侵入思维, 延迟入睡并降低睡眠质量(朱凯旭, 王丽萍, 2023)。综合上述, 提出本研究假设 1: 有关担忧或焦虑性的思维内容、反刍思维和睡前觉醒程度两两之间呈正相关, 并与睡眠质量呈负相关。睡前思维内容可以通过反刍思维和睡前觉醒程度的链式中介作用, 影响个体的睡眠质量。

脑电信号(EEG)可反映大脑神经活动, 失眠患者睡眠阶段常表现为 β 、 γ 等高频脑电增强, θ 、 α 等低频节律减弱, 这种变化也被认为是失眠患者中枢神经系统觉醒的重要标志(Freedman, 1986; Perlis et al., 2001; Feige et al., 2013)。Merica 等(1998)发现失眠患者夜间 β 波持续升高, 慢波活动减少; Perlis 等(2001)观察到原发性失眠患者快速眼动与非快速眼动睡眠期 β 、 γ 波增加; Krystal 等(2002)则发现主观失眠者非快速眼动睡眠期 β 波显著减少。因此, 本研究选取个体在非快速眼动睡眠阶段高频 β 节律活动的升高和低频节律活动(θ , α)的降低, 作为中枢神经系统过度觉醒的指标, 并提出假设 2: 个体睡前思维内容所引起的认知觉醒, 与其睡眠脑电中高频节律活动的升高和低频节律活动(θ , α)的降低呈显著相关, 并在脑电层面负向预测睡眠质量。

现有相关研究多聚焦失眠群体, 且以实验室诱发睡前思维为主, 对正常人群自然睡前思维的研究系统性不足, 结论普适性受限。因此, 本研究以正常睡眠群体为对象, 系统分析自然状态下的睡前思维内容, 采用结构方程模型探究其对睡眠质量的作用机制, 结合静息态与睡眠脑电指标评估皮层觉醒水平, 整合主观报告与客观生理数据, 揭示过度觉醒在睡前思维影响睡眠质量路径中的作用。

2. 方法

2.1. 被试

本研究通过网络问卷调查随机招募了 15~25 岁的中国高校学生作为研究对象, 所有被试均为右利手, 裸视或矫正视力正常, 无色盲色弱, 无药物滥用及神经系统疾病史。有效被试共 301 名, 其中男生 171, 女生 130 人。

所有被试 ISI 失眠总分为 11.33 ± 6.14 分。96 名(31.9%)大学生 ISI 失眠总分 ≤ 7 分, 没有临床上显著的失眠症状。205 名大学生 ISI 总分 ≥ 8 分, 失眠检出率 68.1%, 其中 105 名(34.9%)为轻度失眠, 86 名

(28.6%)为中度失眠, 13名(4.3%)为重度失眠。将 ISI 总分 ≤ 7 分的 96 名正常睡眠群体纳入本研究的健康人群模型构建, ISI 总分 ≥ 8 分的 205 名失眠群体纳入本研究的失眠人群模型构建。

随机选取正常睡眠的 20 名被试参与睡眠脑电实验, 要求被试在实验前一周保持正常的睡眠-觉醒模式, 并在实验当天避免饮用任何含酒精或含咖啡因的饮料, 且最近无夜班、换班工作的情况。其中 5 名被试因作为预实验被试, 或者出现脑电伪迹严重、睡眠情况异常等情况, 分析脑电数据时被剔除, 因此睡眠脑电实验的有效被试为 15 名, 其中男性 7 名, 女性 8 名。

本实验由西南大学研究伦理委员会批准, 符合涉及人类受试者的《赫尔辛基宣言》要求, 所需数据收集时间为 2023 年 12 月至 2024 年 1 月。

2.2. 实验材料

2.2.1. 状态量表

1) 睡眠日志

睡眠日志用于记录脑电睡眠实验的被试, 其主观报告实验前五天的夜间睡眠情况。主要包括入睡时间、进入睡眠所需时间、醒来次数、中断睡眠的清醒时间、起床时间、是否有做梦以及做梦次数、睡眠质量自评等睡眠相关问题。

2) 格拉斯哥睡前思维内容问卷(Glasgow Content of Thoughts Inventory, GCTI)

Glasgow 思维内容问卷是一个包含 25 个项目的自我报告量表, 用于评估睡前思想内容, 分数越高表示睡前有更多令人不安的想法。

3) 睡前觉醒量表(Pre-Sleep Arousal Scale, PSAS)

Nicassio 等人在 1985 年编制了睡前觉醒量表用于评估失眠患者在睡前的躯体和认知过度觉醒状态。该量表由 16 个项目组成, 采用 1~5 五级评分方式, 包括躯体觉醒(PSAS-躯体)和认知觉醒(PSAS-认知)两个维度。分数越高说明失眠个体的睡前觉醒症状越严重。本实验采用认知觉醒(PSAS-认知)分数作为被试因思维内容所引起的睡前觉醒程度的指标。

2.2.2. 特质量表

1) 匹兹堡睡眠质量指数(Pittsburgh Sleep Quality Index, PSQI)

匹兹堡睡眠质量指数由美国匹兹堡大学精神科医师 Buysse 博士等人于 1993 年编制, 常用于评估个体的睡眠质量。由于本研究的被试主要为正常睡眠群体, 绝大多数被试极少使用安眠药物, 导致本量表“安眠药物使用”这一维度方差齐性, 因此本研究在模型构建与分析中去除该维度。

2) 失眠严重程度指数(Insomnia Severity Index, ISI)

失眠严重程度指数共 7 个项目, 采用五级评分方式, 用于了解被试近一个月的睡眠情况, 进而判断患者失眠的严重程度(Morin, 1993)。其中, 0~7 分被认为没有临床上显著的失眠症, 8~14 分表明被试可能有阈下失眠症, 15~21 分表明被试可能患有中重度临床失眠症, 22~28 分表明被试可能患有重度临床失眠症。

3) 反刍思维量表-中文版(RRS-CV)

采用 Nolen-Hoeksema (2008) 编制, Han 和 Yang (2009) 修订的反刍思维量表(RRS), 该量表包含思考其身体及情绪症状、可能的原因及可能引发的结果等三方面内容。对我国高中生和大学生群体进行施测, 该量表具有很好的适用性(Treynor et al., 2003)。

2.2.3. 实验设备

计算机设备 1 台、笔记本电脑 1 台、32 导 Brain Product 脑电记录设备。

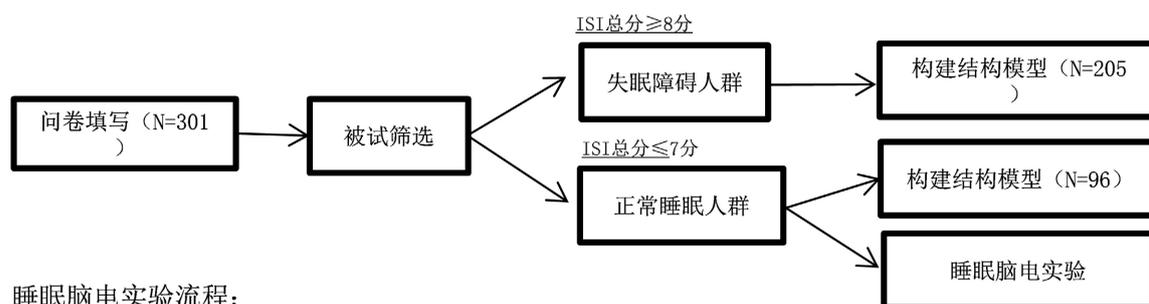
2.3. 实验程序

被试需在线上完成相关特质量表,包括匹兹堡睡眠质量问卷、失眠严重程度指数问卷、反刍思维量表-中文版,并被要求在入睡前填写格拉斯哥睡前思维内容问卷、睡前觉醒量表,根据被试问卷填写实际时间和预计入睡时间,剔除非临睡前填写睡前思维内容问卷、睡前觉醒量表等状态问卷的被试。

参与睡眠脑电的被试在实验前5天需填写睡眠日志并佩戴腕表,用于验证参与者进入实验室前一周的习惯性睡眠、觉醒时间表的依从性,且确保被试无睡眠障碍。实验日,被试需于规定时间到达实验室参与夜晚睡眠实验,首先填写系列问卷,包括匹兹堡睡眠质量指数(PSQI)、失眠严重程度指数(ISI)、睡前觉醒量表(PSAS)、反刍反思量表(RRS-CV)。填写完毕后,按流程给被试佩戴32导脑电帽及其他脑电设备,检查脑电信号及阻抗后,请采集被试睡前睁眼、闭眼各5分钟的静息态脑电记录。随后,请被试完成Glasgow睡前思维内容问卷。在确保被试的睡眠环境安静舒适后,告知被试接下来他们将要佩戴脑电帽在睡眠实验室中入睡,并记录被试上床准备入睡的时间。在第二天早晨7点唤醒被试,并拆除脑电设备。

具体实验流程如图1所示。

整体实验路线:



睡眠脑电实验流程:

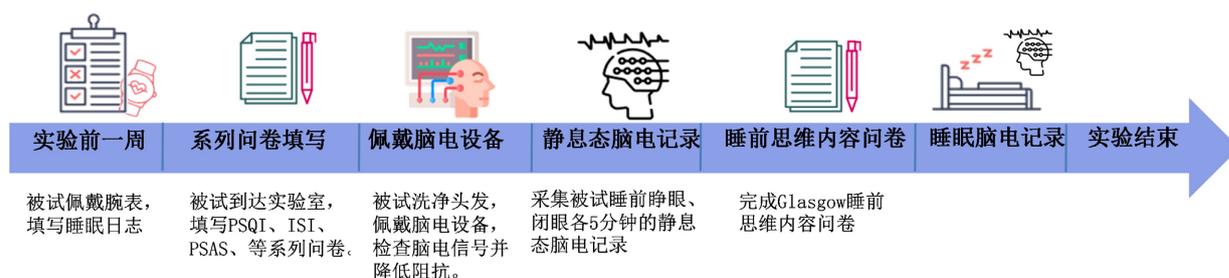


Figure 1. Schematic diagram of experimental process

图 1. 实验流程示意图

2.4. 数据分析

采用 SPSS 23.0 统计软件进行共同方法偏差检验、描述性统计和相关分析。使用 Mplus 8 对假设提出的链式中介模型进行检验。选用偏差校正的百分位 Bootstrap 方法, 设置随机抽样 5000 次进行中介效应检验, 得到参数估计的标准误和 95%置信区间。

静息态程序采用 E-Prime 2.0 编写及呈现。脑电数据采用 Brain Products 公司生产的 32 导脑电记录系统及其配套脑电帽(acti CHamp, Brain Products, Munich, Germany)采集, 采样率为 1000 Hz。以右眼眼眶下 1.5 cm 电极点记录垂直眼电(VEOG), 以左眼外侧 1.5 cm 处的电极记录水平眼电(HEOG), 同时记录双侧

乳突 M1、M2 数据。所有电极以 FCz 点为在线参考，以 AFz 点接地，电极与头皮间的电阻小于 10 k Ω ，滤波的带通为 0.05~100 Hz。采用 MATLAB 和 EEGLAB 对被试的数据进行预处理。采用双侧乳突平均参考，以 0.1~30 Hz 进行带通滤波，采用 EEGLAB 工具包剔除 EEG 数据的眼电、肌电等其他类型的伪迹。

根据 EEG 数据采集结果，采用 MATLAB 和 EEGLAB 对被试进行睡眠分期的机器判读，并对入睡期以及睡眠结束等时期进行人工判读修正，观测被试睡眠潜伏期、各睡眠周期的比例、慢波睡眠持续时间等。分析不同觉醒程度的被试的脑电频谱特征，分离出不同节律的脑电波；对被试不同节律脑电波和觉醒程度、睡眠质量等主要变量进行相关分析。

3. 结果

3.1. 共同方法偏差检验

本研究在数据收集过程中通过采用匿名填写、承诺保密、部分题目反向计分等方式进行程序控制，以减少自我报告法存在的共同方法偏差问题，并使用 Harman 单因素法对共同方法偏差进行检验。

检验结果共提取 22 个公因子，特征值均大于 1，第 1 个公因子累计方差贡献率为因素分析后得到未旋转的第一个公因子解释的变异量为 23.908%，小于统计学上 40% 的临界值，表明本实验不存在严重的共同方法偏差问题。

3.2. 描述性统计及相关分析

对主要变量的描述性统计和相关分析如表 1 所示。睡眠质量与反刍思维($r = -0.409, p < 0.01$)、觉醒程度($r = -0.453, p < 0.01$)之间皆呈显著负相关，睡眠质量与睡前部分思维内容中关于焦虑的焦虑($r = -0.381, p < 0.01$)、睡眠焦虑($r = -0.328, p < 0.01$)、对环境的看法($r = -0.323, p < 0.01$)三个方面呈负相关，而与一般担忧的思维内容($r = -0.18, p > 0.05$)之间没有统计学意义上的相关关系，反刍思维与睡前觉醒程度($r = 0.650, p < 0.01$)之间存在统计学意义正相关，且反刍思维与各类睡前思维内容皆呈显著正相关($p < 0.01$)，各类睡前思维内容彼此间也呈显著正相关($p < 0.01$)。

Table 1. Descriptive statistics and correlations of key variables (N = 96)

表 1. 关键变量的描述性统计和相关性(N = 96)

变量	平均值	标准差	1	2	3	4	5	6
1 睡眠质量	18.17	1.52	1					
2 反刍思维	38.82	11.82	-0.409**	1				
3 一般担忧	18.45	6.42	-0.18	0.421**	1			
4 关于焦虑的焦虑	7.51	4.22	-0.381**	0.607**	0.699**	1		
5 睡眠焦虑	8.09	4.88	-0.328**	0.550**	0.646**	0.814**	1	
6 对环境的看法	2.76	2.50	-0.323**	0.475**	0.557**	0.750**	0.748**	1
7 睡前觉醒程度	17.70	5.01	-0.453**	0.650**	0.425**	0.495**	0.430**	0.372**

注：**在 0.01 级别(双尾)，相关性显著。*在 0.05 级别(双尾)，相关性显著。

3.3. 睡前思维内容汇总分析

在无实验设计刻意引导的前提下，根据格拉斯哥睡前思维内容问卷结果，结合被试自我汇报的睡前思维内容，对被试睡前思考的典型内容进行汇总分析，结果如表 2 所示。其中思考频率得分 1~4 对应“从未”、“有时”、“经常”、“总是”四个频率级别，表示同一被试在睡前思考该内容的相对频率。

由表 2 可得, 绝大多数被试(99%)表示在睡前会思考“未来”以及“白天发生的事情”, 且其他的一般担忧类的内容, 例如“查看时间”(94.7%)、“明天必须要做的事情”(98.7%)、“个人生活”(96.7%)等思考的人群占比同样较大。对环境的看法相关内容思考的人群占比较小, 例如仅有 66.8%的被试表示曾在睡前思考过“屋子好亮/黑”相关内容。而在思考频率方面, “明天必须要做的事情”、“思考未来”等一般担忧的内容被思考的频率较高。

Table 2. Summary analysis of pre-sleep thought content

表 2. 睡前思维内容的汇总分析

睡前思考内容大类	GCTI 得分	涉及的具体内容	思考人群占比	思考频率均分
一般担忧	18.45 ± 6.42	思考未来	99%	2.39
		思考白天发生的事情	99%	2.23
		查看时间	94.7%	1.94
		您的健康状况	91.7%	2.32
		明天您必须要做的事情	98.7%	2.40
		您的工作/职责	89%	2.03
		脑海中的画面	92%	1.98
		您的个人生活	96.7%	2.24
		想过去的事情	92.7%	2.08
对于焦虑的焦虑	7.51 ± 4.22	您感到紧张	70.1%	1.20
		您感到头脑清醒	91.4%	1.92
		想琐事	92%	1.96
		不能停止大脑想事情	87.4%	1.88
		您感到多么沮丧/苦恼	73.4%	1.39
		问题是想太多的事情	89%	1.94
睡眠焦虑	8.09 ± 4.88	您觉得有多么累/困倦	86.4%	1.67
		您清醒了多久	90.4%	1.90
		可以睡着的方法	86.7%	1.76
		整晚清醒	68.1%	1.20
		睡不好的后果	84%	1.68
		您的睡眠挺糟糕	74.1%	1.47
		做帮助改善睡眠的事情	85.4%	1.92
对环境的看法	2.76 ± 2.50	您感到热/冷	75%	1.33
		屋子好亮/黑	66.8%	1.24
		听到噪音	79.7%	1.46

3.4. 睡前思维内容对睡眠质量影响的链式中介模型

使用 Mplus 8 进行结构方程模型分析, 检验反刍思维和觉醒程度在睡前思维内容影响睡眠质量中的中介作用。其中睡前思维内容为外源潜变量, 是模型中的自变量, 以一般担忧、对于焦虑的焦虑、睡眠

焦虑和对环境的看法为其观测变量。本实验中健康人群链式中介模型拟合指标为 $\chi^2/df = 1.02$, $GFI = 0.99$, $TLI = 0.99$, $SRMR = 0.025$, $RMSEA = 0.015$, 理论模型与数据拟合良好。

Table 3. Analysis results of the chain mediation model for healthy population

表 3. 健康人群的链式中介模型分析结果

结果变量	预测变量	R ²	b	SE	t	p	95% CI	
							下限	上限
反刍思维		0.39						
	睡前思维内容		0.63	0.06	10.32	0.00	0.49	0.73
睡前觉醒程度		0.44						
	睡前思维内容		0.17	0.11	1.58	0.12	-0.05	0.39
	反刍思维		0.54	0.12	4.60	0.00	0.30	0.76
睡眠质量		0.24						
	睡前思维内容		-0.16	0.13	-1.23	0.22	-0.42	0.08
	反刍思维		-0.12	0.14	-0.88	0.38	-0.36	0.17
	睡前觉醒程度		-0.30	0.10	-2.88	0.00	-0.49	-0.10

由表 3 可得, 健康人群中, 睡前思维内容对反刍思维的正向预测作用显著($t = 10.32, p < 0.05$), 但对睡前觉醒状态的正向预测($t = 1.58, p > 0.05$)和睡眠质量的负向预测($t = -1.23, p > 0.05$)皆不显著。反刍思维对睡前觉醒程度的正向预测显著($t = 4.60, p < 0.05$), 但对睡眠质量的负向预测作用不显著($t = -0.88, p > 0.05$)。睡前觉醒程度对睡眠质量的负向影响显著($t = -2.88, p < 0.05$)。

进一步采用 Bootstrap 方法进行中介效应检验及置信区间的估计, 结果如表 4 所示。睡前思维内容对睡眠质量的直接效应不显著。虽然“睡前思维内容→反刍思维→睡眠质量”和“睡前思维内容→觉醒程度→睡眠质量”两条路径的间接效应皆不显著, 但“睡前思维内容→反刍思维→觉醒程度→睡眠质量”, 即以反刍思维和睡前觉醒程度为链式中介的间接效应显著, 95%的置信区间不包含 0。链式中介的模型如图 2 所示。

为验证其结论是否适用于失眠人群, 对失眠人群进行同样的模型构建, 路径结果如表 5 所示。其睡前思维内容对睡眠质量的直接效应不显著, 以反刍思维和睡前觉醒程度为链式中介的间接效应显著, 与正常人群的模型结论一致。不同的是, 在失眠人群中, “睡前思维内容→觉醒程度→睡眠质量”的间接效应同样显著。

Table 4. Mediation effect test

表 4. 中介效应检验

	效应量	SE	95% CI	
			下限	上限
总效应	-0.124**	0.037	-0.204	-0.058
总间接效应	-0.073*	0.029	-0.132	-0.018
睡前思维内容→反刍思维→睡眠质量	-0.024	0.028	-0.073	0.037
睡前思维内容→觉醒程度→睡眠质量	-0.017	0.013	-0.048	0.002
睡前思维内容→反刍思维→觉醒程度→睡眠质量	-0.032*	0.018	-0.083	-0.01

注: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ 。

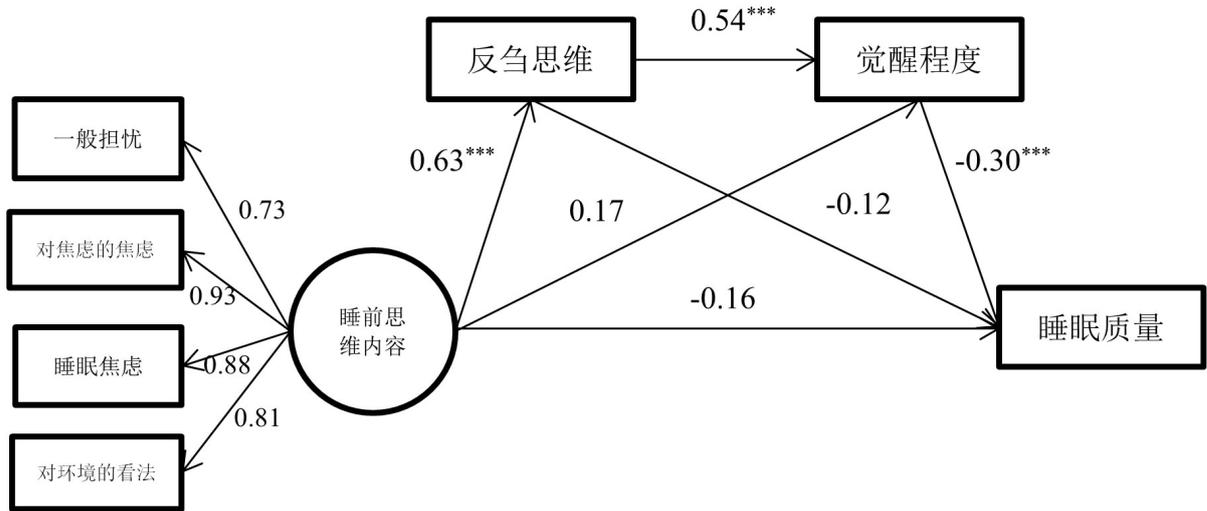


Figure 2. Chain mediation model diagram for healthy population
图 2. 健康人群链式中介模型图

Table 5. Chain mediation model path of insomnia population
表 5. 失眠人群的链式中介模型路径

	效应量	SE	95% CI	
			下限	上限
总效应	-0.386***	0.093	-0.601	-0.233
总间接效应	-0.260***	0.073	-0.204	-0.134
睡前思维内容→反刍思维→睡眠质量	-0.094	0.063	-0.235	0.014
睡前思维内容→觉醒程度→睡眠质量	-0.096*	0.040	-0.197	-0.021
睡前思维内容→反刍思维→觉醒程度→睡眠质量	-0.070*	0.032	-0.147	-0.01

注: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ 。

3.5. 睡前觉醒程度的脑电指标探索

结合过往研究, 本实验选取个体在非快速眼动睡眠阶段高频节律 β 活动的升高和低频节律(θ , α)活动的降低, 作为中枢神经系统睡前觉醒的指标。

将脑电测得的非快速眼动期 β 、 θ 、 α 波活动与被试觉醒程度、睡眠质量、入睡时间等主要变量进行相关性分析, 结果发现个体睡前入睡时间与觉醒程度之间的相关性不显著($r = -0.324, p > 0.05$), β 、 θ 、 α 波活动的升高或降低与个体觉醒程度之间的相关性不显著($r = -0.146, p > 0.05$; $r = -0.137, p > 0.05$; $r = -0.171, p > 0.05$), 与睡眠质量之间的相关性也不显著($r = -0.246, p > 0.05$; $r = 0.416, p > 0.05$; $r = -0.256, p > 0.05$)。但如图 3 所示, 将被试根据觉醒程度问卷得分平均分为高、低两组, 发现高觉醒组的低频节律 θ 、 α 波活动相对较低, 而非快速眼动睡眠阶段高频 β 节律活动随觉醒程度的增高而降低。

3.6. 睡前觉醒程度的脑电指标与睡眠质量的关系

综合相关与分组分析结果, 本研究将低频 θ 、 α 活动降低作为睡前觉醒程度的候选脑电指标, 但其效应未达到统计显著水平, 因此仅对睡前觉醒程度与睡眠质量的关系进行探索性分析。

如图 4 所示, 睡眠质量与慢波节律 θ 、 α 呈正相关, 表明随着低频节律 θ 、 α 活动越高, 睡前觉醒程

度越低，被试睡眠质量越高，基本符合本研究的模型假设。但由于睡前觉醒脑电指标均未达到显著水平，因此尚不能认为脑电指标显著验证了睡前觉醒程度与睡眠质量的关系。

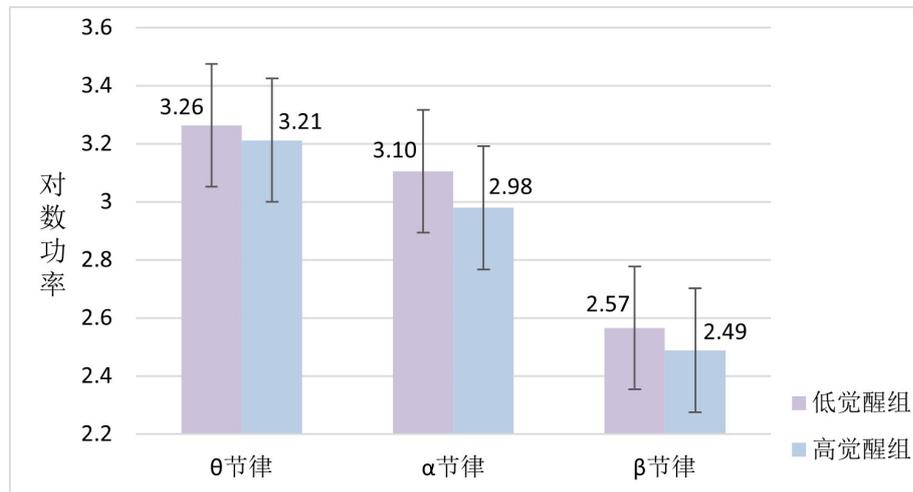


Figure 3. Exploration of electroencephalographic indicators of pre-sleep arousal level
图 3. 睡前觉醒程度的脑电指标探索

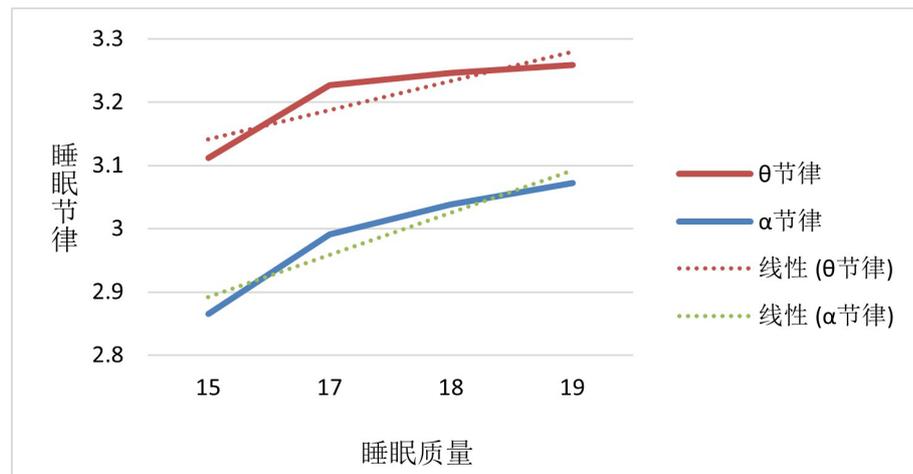


Figure 4. The relationship between sleep rhythm and sleep quality
图 4. 睡眠节律与睡眠质量的关系

3.7. 睡前思维的具体内容与各主要变量的关系

如图 5 所示，“一般担忧”相关的睡前思维内容与睡前认知觉醒程度呈正相关趋势，表明觉醒程度越高的被试其睡前思考“担忧”相关内容的相对频率越高。而“对于焦虑的焦虑”、“睡眠焦虑”等内容也大体呈上升趋势。在非快速眼动睡眠阶段的各分期占比中，各睡眠分期与睡前思维内容之间未见明显关系。根据图 6 可得，个体睡眠质量受睡前担忧、焦虑相关的思维内容影响较大，尤其是“一般担忧”维度的内容，例如思考未来、思考白天发生的事情、明天必须要做的事情等。再者，在睡眠正常的人群中，睡眠质量较高和较低的两组被试，在“一般担忧”、“睡眠焦虑”两个维度的内容上区别差异较为明显。具体表现为低睡眠质量组的被试受各个类别睡前思维内容的影响较大，对于“一般担忧”、“睡眠焦虑”两类思维内容的评分较高且分差较大。由此推测，被试在睡前考虑“一般担忧”、“睡眠焦虑”时，

更容易影响其睡眠质量。

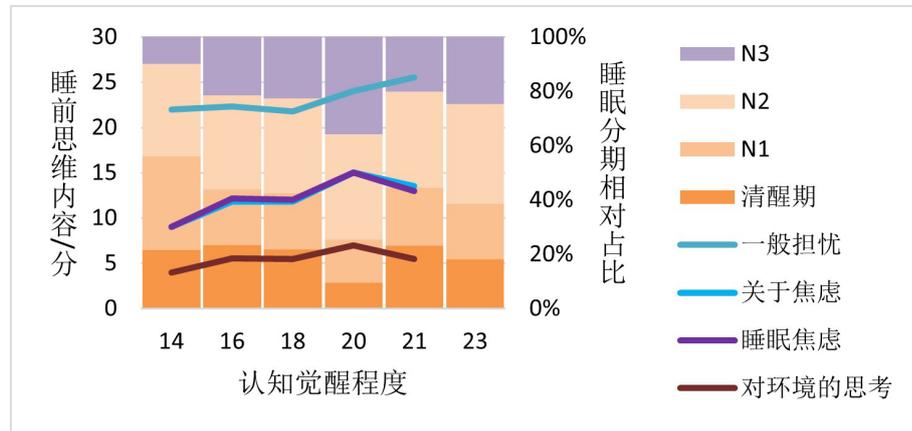


Figure 5. The relationship between pre-sleep arousal level, sleep staging, and pre-sleep thought content

图 5. 睡前觉醒程度与睡眠分期、睡前思维内容的关系

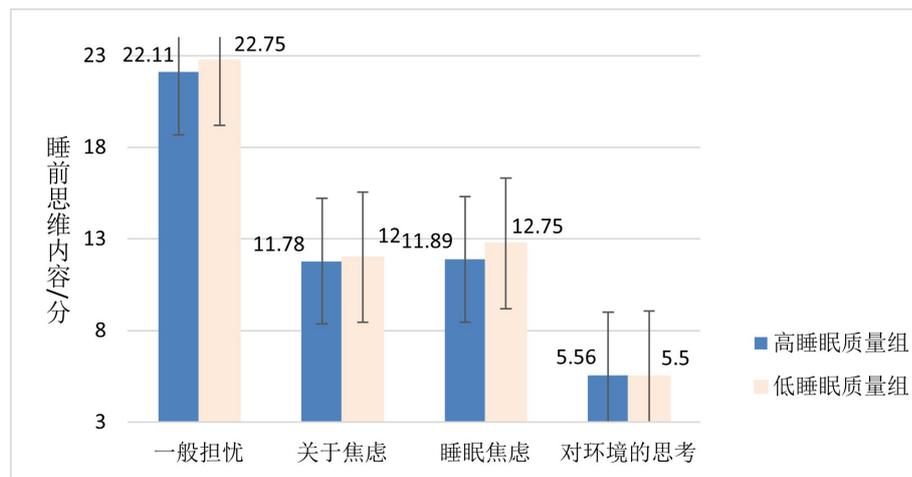


Figure 6. The relationship between sleep quality and pre-sleep thought content

图 6. 睡眠质量与睡前思维内容的关系

4. 讨论

本研究构建了一个链式中介模型，综合探讨了睡前思维内容、反刍思维、睡前觉醒状态对睡眠质量的影响，主要探索反刍思维和睡前觉醒状态在睡前思维内容与睡眠质量之间的作用机制。并在脑电层面，依托睡眠节律活动的变化，验证了睡前觉醒状态对睡眠质量的影响，以及与入睡时间、睡眠分期、睡前思维内容的相关关系。

4.1. 睡前思维内容对睡眠质量的影响机制：链式中介模型

研究结果表明，有关担忧或焦虑性的思维内容、反刍思维和睡前觉醒程度两两之间呈正相关，并与睡眠质量呈负相关；睡前思维内容可以通过反刍思维和睡前觉醒程度的链式中介作用，影响个体的睡眠质量。本研究结果与 Perlis 等人提出的神经认知模型是一致的(Perlis et al., 1997)，表明如果个体在睡前思考某些反思性或忧虑性的内容，可能由清醒时的反刍增强睡前唤醒来影响睡眠质量。而在这个过程中，如

果采取不适当的应对策略,比如延长卧床时间,增加了在床上醒着的时间,还可能引起条件唤醒(即与清醒和睡眠相关的刺激的连接)的恶性循环,导致心理生理性失眠的睡眠障碍(Yeh, Wung, & Lin, 2015)。具体思维内容方面,有研究者发现失眠症患者的睡前认知活动与睡眠良好的人的认知活动不同,失眠症更有可能考虑自己的睡觉情况或白天发生的事情(Harvey & Payne, 2002),更关注环境中的担忧、问题和噪音,而不太关注“平平无奇”的内容。而本研究结果表明,在正常睡眠人群的被试中,睡眠质量较高和较低的被试,在“对于焦虑的焦虑”、“睡眠焦虑”两个维度的内容上区别差异较为明显,而对“环境的看法”相关内容差异并不明显。

为验证该模型是否同样适用于失眠人群中,探究正常睡眠人群与失眠人群的睡眠质量影响路径是否不同,本研究对失眠障碍人群进行了同样的模型构建。结果发现失眠被试的睡前思维内容对睡眠质量的直接效应不显著,以反刍思维和睡前觉醒程度为链式中介的间接效应显著,这与正常人群的模型结论一致。不同的是,在失眠人群中,“睡前思维内容→觉醒程度→睡眠质量”的间接效应同样显著。一个可能的原因是,失眠者认识到睡前侵入性和不想要的想法是导致睡眠困难的原因,并运用睡眠相关的元认知策略应对侵入性思维,或所谓的“思想控制”策略(Wells & Davies, 1994)。这些策略包括:攻击性抑制(即批判性地分析和判断他们的想法);重新评估;担心;社交回避(例如在他人,如床伴的情感支持下避免思考,或拒绝讨论这些想法);认知和行为分心等(Wells & Davies, 1994)。一些失眠症患者发现,所有其他策略在应对他们过度侵入性和不想要的想法方面几乎没有作用,仍会使他们陷入反刍或担忧中,过度唤醒而导致难以入睡或睡眠质量下降,被失眠症状持续困扰(Ree et al., 2005),也就是通过“睡前思维内容→反刍思维→觉醒程度→睡眠质量”路径影响睡眠质量。而也有研究发现频繁地采取攻击性抑制、重新评估和担忧策略来努力控制睡前的侵入性和不想要的想法,往往适得其反(Sella et al., 2020),即使不陷入反刍思维也会因为功能失调等其他原因影响睡眠质量,通过“睡前思维内容→觉醒程度→睡眠质量”路径影响睡眠质量。

4.2. 研究不足与展望

首先,本研究在脑电验证中未得到统计学意义上的显著结果,可能由于以下原因。第一,本研究睡眠脑电被试仅选取了正常睡眠群体,其睡眠质量相较于失眠障碍群体来说较高,觉醒程度较低且被试间人际差异较小,对于相关指标和脑电节律结果可能存在差异不明显的问题。第二,本研究使用的中文版PSQI的平均年龄为41岁(Tsai et al., 2005),这可能不适合年轻成人样本。然而,目前的结果与Lund及其同事们的发现相似,他们通过PSQI发现,在1125名大学生的样本中,超过60%的人睡眠质量较差(Lund et al., 2010)。

再者,个体睡前思维内容的影响因素多样,内容丰富且难以预测,本研究仅依据格拉斯哥睡前思维内容问卷和被试的自我报告,探讨了“一般担忧”、“对于焦虑的焦虑”、“睡眠焦虑”、“对于环境的看法”四个维度的睡前思维内容,仍不够全面具体。且思维内容与觉醒状态受被试焦虑抑郁水平、人格特征、反刍、完美主义、性别等个体特征因素的影响较大。未来的研究可以对思维内容进行系统分析,并探究不同个体特征下的被试思维内容是否有差异,以及不同内容是否通过不同路径影响睡眠质量。可以结合脑电或磁共振测量不同因素作用下的个体的皮层觉醒状态及作用脑区,进一步探索各因素是通过怎样的相互作用路径和作用脑区影响觉醒状态,从而影响个体的睡眠质量。

5. 结论

睡前思考有关担忧或焦虑性的思维内容(包括“一般担忧”、“对于焦虑的焦虑”、“睡眠焦虑”、“对环境的看法”等维度),容易陷入反刍思维中,引起个体持续的心理与生理唤醒,阻止个体进入睡眠

状态并阻断个体维持睡眠活动, 进而对睡眠质量造成短期或长期的干扰, 即睡前思维内容可以通过反刍思维和睡前觉醒程度的链式中介作用影响个体的睡眠质量。本研究的实验结果为理解睡前思维和认知觉醒的相互作用模型提供了证据, 并为设计解决失眠等睡眠障碍的干预措施提供了见解。

参考文献

- 朱凯旭, 王丽萍(2023). 睡前认知觉醒的相关因素及干预研究进展. *神经疾病与精神卫生*, 23(3), 220-224.
- Baglioni, C., Spiegelhalter, K., Lombardo, C., & Riemann, D. (2010). Sleep and Emotions: A Focus on Insomnia. *Sleep Medicine Reviews*, 14, 227-238. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2009.10.007>
- Bonnet, M. H., & Arand, D. L. (1997). Hyperarousal and Insomnia. *Sleep Medicine Reviews*, 1, 97-108. [https://doi.org/10.1016/s1087-0792\(97\)90012-5](https://doi.org/10.1016/s1087-0792(97)90012-5)
- Brosschot, J. F., Gerin, W., & Thayer, J. F. (2006). The Perseverative Cognition Hypothesis: A Review of Worry, Prolonged Stress-Related Physiological Activation, and Health. *Journal of Psychosomatic Research*, 60, 113-124. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2005.06.074>
- Buysse, D. J. (2014). Sleep Health: Can We Define It? Does It Matter? *Sleep*, 37, 9-17. <https://doi.org/10.5665/sleep.3298>
- Čapková, K., Vaculík, M., Ellis, J., & Šípula, M. (2018). The Impact of Pre-Sleep Arousal State and Strategy to Control Unwanted Thoughts on Sleep Quality. *Anxiety, Stress, & Coping*, 31, 338-347. <https://doi.org/10.1080/10615806.2017.1421843>
- Carney, C. E., Harris, A. L., Moss, T. G., & Edinger, J. D. (2010). Distinguishing Rumination from Worry in Clinical Insomnia. *Behaviour Research and Therapy*, 48, 540-546. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2010.03.004>
- Cordi, M. J., Rossier, L., & Rasch, B. (2020). Hypnotic Suggestions Given before Nighttime Sleep Extend Slow-Wave Sleep as Compared to a Control Text in Highly Hypnotizable Subjects. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 68, 105-129. <https://doi.org/10.1080/00207144.2020.1687260>
- Espie, C. A., & Tweedie, F. M. (1991). Sleep Patterns and Sleep Problems amongst People with Mental Handicap. *Journal of Intellectual Disability Research*, 35, 25-36. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.1991.tb01028.x>
- Feige, B., Baglioni, C., Spiegelhalter, K., Hirscher, V., Nissen, C., & Riemann, D. (2013). The Microstructure of Sleep in Primary Insomnia: An Overview and Extension. *International Journal of Psychophysiology*, 89, 171-180. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2013.04.002>
- Freedman, R. R. (1986). EEG Power Spectra in Sleep-Onset Insomnia. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 63, 408-413. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(86\)90122-7](https://doi.org/10.1016/0013-4694(86)90122-7)
- Guastella, A. J., & Moulds, M. L. (2007). The Impact of Rumination on Sleep Quality Following a Stressful Life Event. *Personality and Individual Differences*, 42, 1151-1162. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2006.04.028>
- Han, X., & Yang, H. F. (2009). Chinese Version of Nolen-Hoeksema Ruminative Responses Scale (RRS) Used in 912 College Students: Reliability and Validity. *Chinese Journal of Clinical Psychology*, 17, 550-551.
- Hantsoo, L., Khou, C. S., White, C. N., & Ong, J. C. (2013). Gender and Cognitive-Emotional Factors as Predictors of Pre-Sleep Arousal and Trait Hyperarousal in Insomnia. *Journal of Psychosomatic Research*, 74, 283-289. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2013.01.014>
- Harvey, A. G. (2002). A Cognitive Model of Insomnia. *Behaviour Research and Therapy*, 40, 869-893. [https://doi.org/10.1016/s0005-7967\(01\)00061-4](https://doi.org/10.1016/s0005-7967(01)00061-4)
- Harvey, A. G., & Payne, S. (2002). The Management of Unwanted Pre-Sleep Thoughts in Insomnia: Distraction with Imagery versus General Distraction. *Behaviour Research and Therapy*, 40, 267-277. [https://doi.org/10.1016/s0005-7967\(01\)00012-2](https://doi.org/10.1016/s0005-7967(01)00012-2)
- Krystal, A. D., Edinger, J. D., Wohlgemuth, W. K., & Marsh, G. R. (2002). NREM Sleep EEG Frequency Spectral Correlates of Sleep Complaints in Primary Insomnia Subtypes. *Sleep*, 25, 626-636.
- Lund, H. G., Reider, B. D., Whiting, A. B., & Prichard, J. R. (2010). Sleep Patterns and Predictors of Disturbed Sleep in a Large Population of College Students. *Journal of Adolescent Health*, 46, 124-132. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2009.06.016>
- Merica, H., Blois, R., & Gaillard, J.-M. (1998). Spectral Characteristics of Sleep EEG in Chronic Insomnia. *European Journal of Neuroscience*, 10, 1826-1834. <https://doi.org/10.1046/j.1460-9568.1998.00189.x>
- Morin, C. M. (1993). *Insomnia: Psychological Assessment and Management*. Guilford Press.
- Nolen-Hoeksema, S., & Morrow, J. (1991). A Prospective Study of Depression and Posttraumatic Stress Symptoms after a Natural Disaster: The 1989 Loma Prieta Earthquake. *Journal of Personality and Social Psychology*, 61, 115-121. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.61.1.115>

- Nolen-Hoeksema, S., Wisco, B. E., & Lyubomirsky, S. (2008). Rethinking Rumination. *Perspectives on Psychological Science*, 3, 400-424. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6924.2008.00088.x>
- Perlis, M. L., Giles, D. E., Mendelson, W. B., Bootzin, R. R., & Wyatt, J. K. (1997). Psychophysiological Insomnia: The Behavioural Model and a Neurocognitive Perspective. *Journal of Sleep Research*, 6, 179-188. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2869.1997.00045.x>
- Perlis, M. L., Smith, M. T., Andrews, P. J., Orff, H., & Giles, D. E. (2001). Beta/Gamma EEG Activity in Patients with Primary and Secondary Insomnia and Good Sleeper Controls. *Sleep*, 24, 110-117. <https://doi.org/10.1093/sleep/24.1.110>
- Pilcher, J. J., & Huffcutt, A. I. (1996). Effects of Sleep Deprivation on Performance: A Meta-Analysis. *Sleep*, 19, 318-326. <https://doi.org/10.1093/sleep/19.4.318>
- Ree, M. J., Harvey, A. G., Blake, R., Tang, N. K. Y., & Shawe-Taylor, M. (2005). Attempts to Control Unwanted Thoughts in the Night: Development of the Thought Control Questionnaire-Insomnia Revised (TCQI-R). *Behaviour Research and Therapy*, 43, 985-998. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2004.07.003>
- Riemann, D., Spiegelhalter, K., Feige, B., Voderholzer, U., Berger, M., Perlis, M. et al. (2010). The Hyperarousal Model of Insomnia: A Review of the Concept and Its Evidence. *Sleep Medicine Reviews*, 14, 19-31. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2009.04.002>
- Schmidt, R. E., Courvoisier, D. S., Cullati, S., Kraehenmann, R., & Van der Linden, M. (2018). Too Imperfect to Fall Asleep: Perfectionism, Pre-Sleep Counterfactual Processing, and Insomnia. *Frontiers in Psychology*, 9, Article 385928. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01288>
- Sella, E., Carbone, E., Toffalini, E., & Borella, E. (2020). Personality Traits and Sleep Quality: The Role of Sleep-Related Beliefs. *Personality and Individual Differences*, 156, Article 109770. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2019.109770>
- Spielman, A. J., Saskin, P., & Thorpy, M. J. (1987). Treatment of Chronic Insomnia by Restriction of Time in Bed. *Sleep*, 10, 45-56.
- Tang, N. K. Y., & Harvey, A. G. (2004). Effects of Cognitive Arousal and Physiological Arousal on Sleep Perception. *Sleep*, 27, 69-78. <https://doi.org/10.1093/sleep/27.1.69>
- Thomsen, D. K., Yung Mehlsen, M., Christensen, S., & Zachariae, R. (2003). Rumination—Relationship with Negative Mood and Sleep Quality. *Personality and Individual Differences*, 34, 1293-1301. [https://doi.org/10.1016/s0191-8869\(02\)00120-4](https://doi.org/10.1016/s0191-8869(02)00120-4)
- Treynor, W., Gonzalez, R., & Nolen-Hoeksema, S. (2003). Rumination Reconsidered: A Psychometric Analysis. *Cognitive Therapy and Research*, 27, 247-259. <https://doi.org/10.1023/a:1023910315561>
- Tsai, L., Young, H., Hsieh, S., & Lee, C. (2005). Impairment of Error Monitoring Following Sleep Deprivation. *Sleep*, 28, 707-713. <https://doi.org/10.1093/sleep/28.6.707>
- Wells, A., & Davies, M. I. (1994). The Thought Control Questionnaire: A Measure of Individual Differences in the Control of Unwanted Thoughts. *Behaviour Research and Therapy*, 32, 871-878. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(94\)90168-6](https://doi.org/10.1016/0005-7967(94)90168-6)
- Yeh, Z., Wung, S., & Lin, C. (2015). Pre-sleep Arousal as a Mediator of Relationships among Worry, Rumination, and Sleep Quality. *International Journal of Cognitive Therapy*, 8, 21-34. <https://doi.org/10.1521/ijct.2015.8.1.21>
- Zhang, R., Jia, J., Zhang, D., & Zhao, X. (2019). Association between Fatigue and Depressive Symptoms among Kidney Transplantation Recipients: The Mediating Role of Rumination. *Journal of Advanced Nursing*, 75, 3602-3608. <https://doi.org/10.1111/jan.14200>
- Zoccola, P. M., Dickerson, S. S., & Lam, S. (2009). Rumination Predicts Longer Sleep Onset Latency after an Acute Psychosocial Stressor. *Psychosomatic Medicine*, 71, 771-775. <https://doi.org/10.1097/psy.0b013e3181ae58e8>