

睡眠对违反道德的负性情绪记忆的调节

张思慧, 卞诚, 买晓琴, 秦绍正 and 刘超

Citation: 科学通报; doi: 10.1360/TB-2020-0814

View online: <http://engine.scichina.com/doi/10.1360/TB-2020-0814>

Published by the [《中国科学》杂志社](#)

Articles you may be interested in

[负性情绪调节的效率: 中国文化背景下认知重评与表达抑制的对比](#)

SCIENTIA SINICA Vitae **44**, 602 (2014);

[词汇阅读中情绪调节的神经机制](#)

Chinese Science Bulletin **51**, 420 (2006);

[The progress of emotion regulation methods and paradigms: From voluntary emotion regulation to automatic emotion regulation](#)

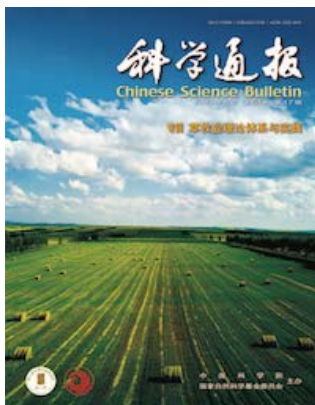
Chinese Science Bulletin **63**, 415 (2018);

[情绪调节策略的使用与转换: 认知灵活性的促进作用](#)

Chinese Science Bulletin

[Psychological and brain mechanism of moral cognition, moral emotion, and moral behavior](#)

Chinese Science Bulletin **65**, 1899 (2020);



睡眠对违反道德的负性情绪记忆的调节

Regulation of Overnight Sleep on Negative Emotion Memory with Moral-violation

| | |
|---------|---|
| 期刊： | 科学通报 |
| 稿件ID： | TB-2020-0814.R3 |
| 稿件栏目： | 论文 |
| 作者提交日期： | 2020-09-27 |
| 参与作者列表： | 张思慧, 卞诚, 买晓琴, 秦绍正, 刘超 |
| 关键词： | 睡眠, 道德, 负性情绪, 记忆抑制, 记忆提取 |
| 英文关键词： | overnight sleep, moral violation, negative emotion, memory suppression, retrieval |
| 学科领域： | 心理学 |

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
1 睡眠对违反道德的负性情绪记忆的调节2 张思慧^{1,2,3}, 卞诚^{1,2,3}, 买晓琴⁴, 秦绍正^{1,2,3*}, 刘超^{1,2,3*}3 ¹北京师范大学认知神经科学与学习国家重点实验室, IDG/麦戈文脑研究院, 北京 1008754 ²北京师范大学脑与学习协同创新中心, 北京 1008755 ³北京师范大学神经影像大数据与人脑连接组学北京市重点实验室, 北京 1008756 ⁴中国人民大学心理学系, 北京 1008727
8 **本研究受到国家重点研发计划(2017YFC0803402), 国家自然科学基金**
9 **(31871094, 31522028, 81571056) 以及国家社科基金重大项目(19ZDA363)的支持。**

10

11 **中文导读:**12 我们时常会在电视新闻中、报纸上甚至亲眼目睹许多违反道德事件的发生, 如暴力犯罪、故意
13 伤害他人等, 对这些事件的记忆往往诱发了人们负性情绪的产生。那么, 人们对违反道德事件
14 的记忆相对于一般负性情绪事件有何不同之处, 经历睡眠会对这些记忆产生怎样的影响? 本文
15 将通过心理学实验进行综合的探究。16 **摘要** 记忆是信息加工的基础, 违反道德事件作为记忆的重要内容, 往往诱发了个体较强的
17 负性情绪。负面情绪记忆的加工是影响个人心理健康的重要因素, 创伤后应激障碍人群表现出
18 对记忆主动操纵的失衡, 长期处于负性情绪之中会导致身心健康受到极大的影响。但目前人们
19 对违反道德的负性情绪记忆进行主动操纵的具体表现仍不为人所知。本文基于记忆线索操纵范
20 式, 在负性情绪基础上纳入违反道德维度, 探究个体对违反道德和一般的负性情绪记忆进行主
21 动操纵的表现差异。另一方面, 睡眠巩固后的负性情绪记忆存在区别于新获得记忆的抑制机制,
22 研究进一步考察睡眠对不同负性情绪记忆效果的影响。结果发现: (1) 人们更愿意主动抑制新
23 获取的违反道德的负性情绪记忆, 而对一般负性情绪记忆则更容易去提取。(2) 经历睡眠后,
24 一般负性情绪记忆的提取效应和违反道德的负性情绪的抑制效应均被削弱。实验结果表明了违
25 反道德和一般负性情绪记忆在巩固与抑制的主动操纵效应上所存在的差异以及睡眠对两种负性
26 情绪记忆操纵效应差异的调节作用, 增进了我们对于道德情绪记忆经睡眠后储存、提取和抑制
27 表现的认识。

1

2 联系人, E-mail: liuchao@bnu.edu.cn szqin@bnu.edu.cn

3

<http://engine.scichina.com/doi/10.1360/TB-2020-0814>

28关键词 睡眠; 道德; 负性情绪; 记忆抑制; 记忆提取

291 前言

30 记忆涉及个体对外界各种不同类型的复杂信息的加工, 汇集了方方面面的信息, 是个体心
31理活动的基础, 也是日常学习与生活所必不可少的能力之一。在现实生活中, 人们每天会从外
32部世界接触到成千上万的信息, 但是并不会对所有接收到的信息都进行完整地记忆与加工。对
33于不同的信息, 人们往往会为了建立和管理自身的社会生活准则以及更好地适应外部世界, 主
34动并有选择性地巩固记忆有用信息与遗忘无用信息。在获取记忆之后, 对记忆进行有意地主动
35操纵往往能够实现记忆巩固或遗忘的目的。上个世纪, 弗洛伊德最早提出了动机抑制的理论,
36该理论认为个体对让自己痛苦的经历或信息会产生十分强烈的遗忘动机, 使得这些记忆被主动
37压抑在潜意识层面, 从而导致了遗忘。因此, 当不可避免地遇到一些人、一些地点或者一些物
38体与之前的痛苦经历相匹配, 人们会主动控制自己的意识, 尽量不让相关的信息进入自己的意
39识之中, 从而减少和阻止信息进一步的接近。

40 个体出于强烈的动机而遗忘的过程被称为动机性遗忘^[1], 这种记忆的主动抑制能力在认知
41加工, 如语言理解中有着重要的作用^[2]。生活中我们经常会目睹天灾人祸和疾病等许多负性情
42绪事件的发生, 但若时时刻刻保留着这些负性情绪记忆, 将对人们的正常生活产生很大的困扰。
43因此, 当与这些不愉快或者创伤性的事件相关联的线索出现时, 人们不希望回想到这些痛苦经
44历和导致悲伤和痛苦重新影响自己, 往往会想要去努力地遗忘它。出于强烈动机成功地将不愉
45快的经历进行遗忘, 有利于个体的身心健康。而抑制厌恶记忆的失败, 则与许多精神疾病的症
46状相关联, 包括创伤后压力障碍 (PTSD) ^[3]。抑制控制能力的缺失使得 PTSD 个体不能够像正
47常人那样随着时间的流逝或通过自主控制而逐渐产生遗忘, 在日常生活中十分容易触发这些创
48伤性的情境并不断进行回想, 在脑中一直保持着生动形象的记忆, 长期处于负性情绪之中, 导
49致个体身心受到极大的影响。这种主动控制负性厌恶情绪记忆的能力对于人类认知功能的维护
50以及精神健康尤为重要^[4]。

51 情绪与记忆之间有着十分复杂的关系。以往对一般负性情绪的记忆操纵效应研究发现, 情
52绪的唤醒度和效价会对记忆效果产生影响, 人们往往会对情绪唤醒度高的内容, 特别是负性情
53绪的记忆有着更强烈的操纵动机^[5]。记忆的主动操纵效应主要表现为巩固与抑制两个方面。首
54先, 个体能够对负性情绪产生有效的记忆巩固。研究发现, 相比于中性刺激, 负性刺激本身具

4

5联系人, E-mail: liuchao@bnu.edu.cn szqin@bnu.edu.cn

6

<http://engine.scichina.com/doi/10.1360/TB-2020-0814>

<http://csb.scichina.com>

55有记忆增强的作用^[6]。其次, 先前研究对于个体能否对负性情绪刺激进行有效抑制操纵仍存在
56着争议: 一方面, 有研究认为新获取的负性情绪记忆能够通过多次反复的线索操纵使得负性情
57绪记忆产生抑制效果^[7]; 另一方面, 陈春萍等人的研究则发现了在不同情绪效价上记忆效果的
58差异^[8], 负性情绪记忆在右侧额中回和额上回上诱发了更小的 LN 和更大的 LPP, 反映其对记忆
59表征有意抑制过程的控制有效性减弱。因此, 综合两个方面的研究结果, 相对于主动抑制, 一
60般负性情绪记忆的巩固提取效应更为突出。

61 许多创伤性的情境和个体不想要的记忆, 我们并不能将其简单地统一概括为一般的负性情
62境, 有的是自然灾害带来的负性伤害, 还有的可能是暴力事件施加的痛苦。这些带有负性情绪
63的情境中所包含的违反道德成分, 也是个体记忆当中的重要因素。除了一般负性情绪之外, 现
64实生活中发生的违反道德现象和个体表现出的不道德行为也普遍属于负性情绪范畴, 并且以往
65对道德的研究也经常与情绪相结合, 进而探究情绪与道德之间的相互作用。最早在皮亚杰和科
66尔伯格的研究中, 他们都认为道德判断与行为包含了情绪与认知两个部分, 个体在进行道德判断
67时还会受到内在情绪的控制, 作为对故意违反道德的反应^[9]。情绪唤醒度的高低会对道德判断
68产生影响, 同时包含有道德内容的刺激同样也会引起一定程度的情绪唤醒^[10]。来自神经影像学
69的研究发现了涉及道德思考的脑区与有关解释和加工社会情绪内容的脑网络存在重叠^[11], 道德
70与情绪之间存在密切的联系。然而, 目前我们对于在有关违反道德内容的负性情绪情境中人们
71对记忆巩固提取和主动抑制操纵的具体表现仍不清楚。本研究首先将纳入违反道德这一因素,
72以进一步探究包含违反道德内容的负性情绪记忆与一般负性情绪记忆在个体主动操纵的巩固与
73抑制效应上的差异。

74 近年来, 许多学者将目光聚焦在睡眠对记忆的影响上。睡眠是机体维持正常运转的重要生
75理过程, 睡眠能够产生记忆的巩固效应, 学习后睡眠剥夺损害记忆巩固, 而学习后的睡眠有助
76于行为改进^[12]。柳昀哲等人的研究探究了睡眠对负性情绪记忆的影响, 表现在隔夜睡眠之后的
77记忆可能经历了在海马和分散式新皮质区域之间功能性组织的显著变化, 经过睡眠巩固的记忆
78抑制涉及更高的前额叶参与程度, 以及更少相伴的海马与杏仁核的分离, 同时产生了由海马表
79征模式向分散式皮层表征模式的转移^[7], 巩固记忆的这种表征方式的特殊性, 使得睡眠巩固后
80记忆的抑制机制也区别于新获得记忆的抑制机制。睡眠还会影响个体道德观念的相关记忆, 胡
81晓晴等人的研究利用睡眠削弱了被试先前的社会偏见, 增强了刻板印象的训练效果^[13]。因此,
82睡眠可能对违反道德内容负性情绪的记忆效果产生影响, 我们在探究个体对包含违反道德内容
83的负性情绪记忆与一般负性情绪记忆进行主动巩固与抑制上表现差异的同时, 试图进一步考察

7

8联系人, E-mail: liuchao@bnu.edu.cn szqin@bnu.edu.cn

9

84睡眠对两种负性情绪记忆操纵效应的作用。

85 为了探究记忆的动机性遗忘, 研究者在实验室下发明和改进了多种研究范式, 包括定向
86遗忘范式^[14]、白熊范式^[15]以及回想/遗忘 (Think / No Think, TNT)范式^[16]等。回想/遗忘范式是
87Anderson 等人在 “go/no go”范式的基础上改编而来的, 他们的研究发现, 个体能够通过主动的
88执行控制来调节记忆, 即随着个体主动提取和抑制次数的增多, 对记忆内容产生巩固和遗忘的
89有效影响^[16], 并且这种通过有意识地主动抑制所带来的记忆遗忘被称为定向遗忘效应。此外,
90Anderson 等人在 2004 年在之前的实验基础上进行了脑机制层面的进一步研究。结果发现, 背
91外侧前额叶的激活增加以及海马激活的降低能够预测记忆的遗忘程度^[17], 也进一步说明了记忆
92能够通过主动控制而产生改变。

93 因此, 本研究拟采用对记忆进行主动线索操纵的回想/遗忘范式, 探究个体对违反道德的负
94性情绪记忆的主动操纵效应, 同时在记忆过程中考察睡眠与道德情绪之间的关系。研究假设认
95为: 首先, 与先前的研究一致, 一般负性情绪记忆会表现出明显的主动提取效应。其次, 违反
96道德内容的负性情绪记忆与一般负性情绪记忆在记忆的主动抑制效应上会存在差异; 最后, 睡
97眠使得违反道德与一般负性情绪的抑制效应减弱。在实验中, 将利用筛选后的包含违反道德内
98容和不含违反道德内容两类负性情绪图片刺激, 考察记忆内容的获取时间长短, 即经历隔夜睡
99眠与否, 对两类负性情绪记忆的主动操纵效应所产生的影响。

1002 实验方法

101 2.1 被试

102 实验招募了 30 名北京地区的在校大学生作为实验被试 (女生 19 名), 年龄在 18 至 30 岁
103之间 ($M = 22.13, SD = 2.36$), 视力或矫正视力正常, 并且在最近两个月报告没有睡眠相关的问
104题。实验期间特别是第一天记忆训练完成之后当天, 被试需要遵循规律的日常作休时间, 休息
105状态同平时以保证充足睡眠。整个实验任务均为被试在实验室完成, 并且要求被试分两天来到
106实验室进行两次记忆训练的时间大致相同, 以确保训练之间的间隔时间约 24 小时, 从而尽量减
107少时间间隔的差异与其他生活变量的影响。此样本量满足了采用 G*Power 3 软件进行的样本量
108估计的要求, 通过设置中等效应量 ($\eta^2_p=0.06$), 一类错误的概率 ($\alpha=0.05$) 以及统计检验力
109 ($power=0.8$), 计算得出最小样本量为 27。所有的被试均在实验之前阅读并自愿签署知情同意
110书, 实验结束之后每人可获得 120 元人民币作为实验报酬。由于在记忆获取训练中, 两名被试

10

11联系人, E-mail: liuchao@bnu.edu.cn szqin@bnu.edu.cn

12

1
2
3 111对部分图片配对的准确记忆需要超过三个训练周期才能达到实验的要求，与其他被试对部分配
4
5 112对的记忆程度产生差异，这两名被试被排除在实验之外。

6
7 113 **2.2 实验材料**

8
9
10 114 以往研究通常采用面孔、词语、物品和场景图片等的配对形式进行记忆测查^[3, 4, 5, 7, 8]。本实
11
12 115验涉及了多种实验条件设置，若面孔-情境图片配对数量过多，较为考验被试的能力。因此考
13
14 116虑到被试记忆容量的有限性，我们采用了难度相对较低的物体-情境图片配对的刺激材料，尽
15
16 117量保证大多数被试在三次记忆之内达到百分之七十以上的准确率。

17
18
19 1182.2.1 **刺激材料的筛选**

20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58 13

59 14联系人，E-mail: liuchao@bnu.edu.cn szqin@bnu.edu.cn

60 15

1
2
3 119 由于实验条件的设置, 刺激材料共选取 96 个物体-情景图片配对。首先, 96 张物体图片来
4
5 120 自于网站 <http://cvcl.mit.edu/MM/>, 保证刺激材料的一致性。在物体图片筛选时, 尽量选择了视
6
7 121 觉复杂度 (visual complexity) 相近的物体图片^[18], ($M = 2.07$, $SD = .40$), 如苹果、气球
8
9 122 和杯子等等。所有物体图片均处理为分辨率 150×150 像素的照片。其次, 96 张情境图片则来自
10
11 123 于国际情绪图片库 (the International Affective Picture System, IAPS)^[19]和网络。先挑选了 120
12
13 124 张负性情绪的情境图片, 或一般负性内容, 或包含违反社会秩序的不道德内容。随后我们以网
14
15 125 上问卷的形式, 针对图片的情绪唤醒度、情绪效价以及道德违反程度分别进行了 9 点量表上的
16
17 126 评分^[10], 在情绪效价 (愉悦度) 上 1 代表非常不愉悦, 9 为非常愉悦; 在情绪唤醒度上为 1 代表
18
19 127 非常平静, 9 为非常激动; 在道德违反程度上为 1 代表完全不违反道德, 9 代表高度违反道德。
20
21 128 依据收集到的 26 份问卷结果, 从 120 张图片中分别选择了道德违反程度得分最低的 48 张图片
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

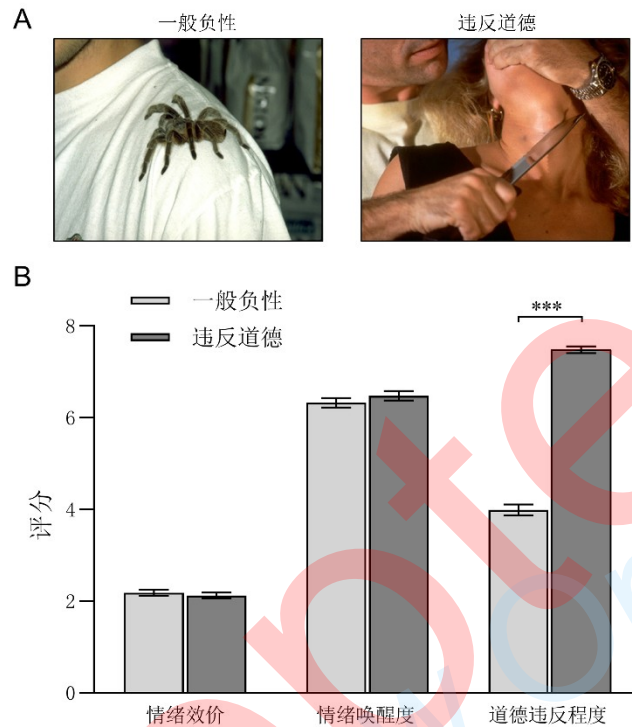
16

17 联系人, E-mail: liuchao@bnu.edu.cn szqin@bnu.edu.cn

18

<http://engine.scichina.com/doi/10.1360/TB-2020-0814><http://csb.scichina.com>

129 ($M = 3.99, SD = .82$) 和道德违反程度得分最高的 48 张图片 ($M = 7.48, SD = .51$) , 以此作为



130 实验中所采用的一般 (Non-moral) 和违反道德 (Moral violation) 的两组情境图片 (两种类型
131 的图片如图 1A) 。

132 图 1 实验刺激图片的筛选。违反道德与一般负性情绪记忆两组情境图片示例 (A) ; 在情
133 绪效价、情绪唤醒度和道德违反程度三个维度下的评分 (B) 。

134 注: * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$; B 中的误差线表示标准误

135 Figure 1 Selection of experiment stimuli. Moral-violation and non-moral negative emotion
136 content picture example (A); Ratings of emotion valence, arousal and moral violation level
137 (B)

138 Note: * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$; The error bars in B represent standard errors

19

20 联系人, E-mail: liuchao@bnu.edu.cn szqin@bnu.edu.cn

21

1392.2.2 刺激材料的评定

140 对两组情境图片分别进行情绪唤醒度、情绪效价以及道德违反程度三个维度的独立样本 T
141 检验。结果发现, 两组图片在情绪效价 (一般: $M = 2.18$, $SD = .45$; 违反道德: $M = 2.12$, $SD = .$
14245) 没有显著差异, $t(94) = .62$, $p = .535$, $95\% CI = [-.12, .24]$, 在情绪唤醒度 (一般: $M = 6.33$,
143 $SD = .73$; 违反道德: $M = 6.48$, $SD = .72$) 也没有显著差异, $t(94) = -1.02$, $p = .311$, $95\% CI =$
144 $[-.44, .14]$, 都具有高度负情绪效价和高度负性唤醒, 而在道德违反程度 (一般: $M = 3.99$, $SD = .$
14582; 违反道德: $M = 7.48$, $SD = .51$) 上则存在显著的差别, $t(94) = -24.92$, $p < .001$, $95\% CI = [-$
1463.77, $-3.21]$ (见图 1B), $Cohen's d = 5.09$, 效应量较大。因此, 这 96 张违反道德与一般的负性
147 情绪记忆图片符合实验要求而被采纳。96 张物体图片和 96 张负性情绪图片在被试中随机配对
148 以创建 96 对物体-图片的相关, 并且每个被试的 96 个配对均进行了伪随机, 即配对内容互不相
149 同。这些物体-情境图片的相关配对将被随机分配到第 1 天和第 2 天的训练当中, 并且其中 64
150 个配对用于 Think / No Think 任务, 另外 32 个配对则作为基线, 不进行回想或抑制。

151

2.3 实验设计

152 本实验采用三因素被试内设计。三个因素分别为 (1) 记忆时间: 第一天和第二天, 即隔
153 夜睡眠和新获取; (2) 记忆类型: 回想、抑制和基线; (3) 违反道德与否: 一般 (不包含道
154 德内容, Non-moral) 和违反道德 (包含违反道德内容, Moral violation)。因变量为被试在每
155 种条件下所报告的物体对应的情境图片配对内容的回忆准确率。

156

2.4 实验任务和程序

157 实验程序采用 E-Prime 2.0 软件编制、呈现与记录。实验采用以往记忆研究中的经典范式回
158 想/抑制范式 (Think / No Think, TNT), 共包含三个阶段: 两次记忆获取训练、TNT 任务以及
159 最后的回忆测试阶段 (具体流程见图 2)。

160 (1) 记忆获取训练。在 TNT 任务前的 24 小时 (第一天隔夜睡眠) 与 30 分钟 (第二天新
161 获取) 被试进行两次记忆获取训练, 每次训练需要完成准确率至少为 70% 的 48 个物体-情境图
162 片配对的记忆训练, 训练中使用 1-3 次学习-回想循环进行记忆, 每呈现完一遍所有配对后, 被
163 试将仅会被呈现物体来回想对应情境图片中的内容与细节, 并进行详细的口头描述, 超出 3 次
164 循环仍未达准确率的被试将被剔除。

22

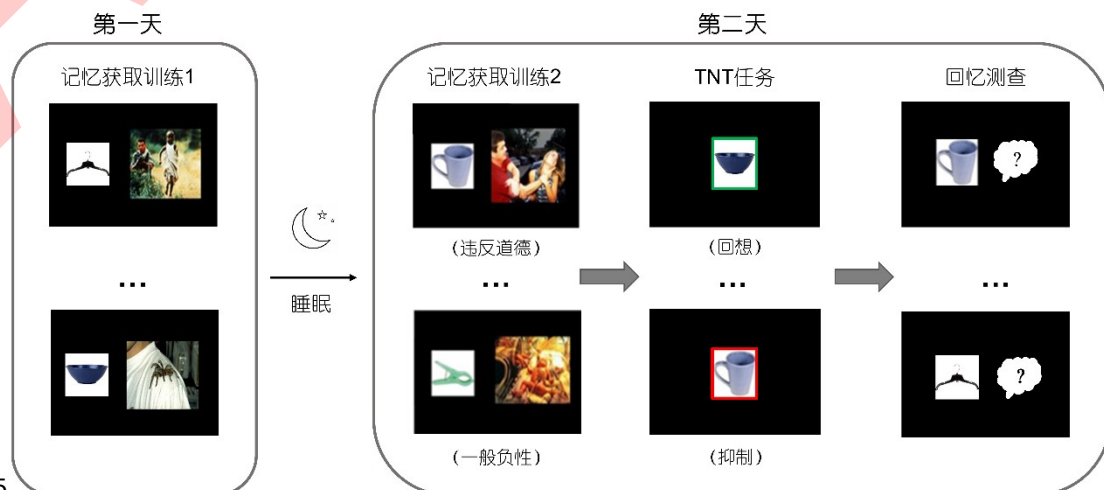
23 联系人, E-mail: liuchao@bnu.edu.cn szqin@bnu.edu.cn

24

165 (2) TNT 任务。第一天和第二天的训练采用随机顺序呈现 64 个物体，物体周围会随机分
 166配红色或绿色边框的指示线索，代表 “Think”和 “No Think”。当物体与绿色边框同时呈现时，
 167被试需要去努力回想物体对应情境的内容与细节；当物体与红色边框同时呈现时，被试则需要
 168去努力抑制回想，不要让关联的画面进入意识之中；另外 32 个物体作为基线条件不呈现在屏幕
 169上。两天训练中回忆、抑制与基线条件下物体对应违反道德与一般负性情绪情景图片数量一致。
 170实验程序共 512 个试次，八种实验条件下分别有 8 个物体，每个物体重复 8 次。

171 (3) 回忆测查。在 TNT 任务半小时之后，通过线索回忆任务对被试进行所有配对的记忆
 172情况评估。仅呈现物体，被试被要求去回想这个物体相应情境，并尽可能生动详细地口头描述
 173内容和细节。在被试描述过程中，主试仅可询问 “还有更多细节吗？”，不能提供任何其他信
 174息或询问任何其他相关问题。评估采用三个评分者独立完成的 “0-1”计分，减少因主观评分而
 175产生的误差。只有当被试描述了足够的场景内容和细节，唯一且正确地确定其描述的情境时，
 176可得 1 分，否则为 0 分。

177 (4) 其他实验任务与量表测量。第二天在第二次记忆训练和 TNT 任务之间，以及 TNT 任
 178务和最后的回忆测查之间的间隔时间中，我们加入了一些其他任务内容。在间隔时间中，被试
 179完成了与记忆实验本身无关的 “看眼读心” 任务(Reading the Mood in the Eyes Test, RME)^[20]，
 180任务不涉及记忆与道德内容，仅作为间隔时间内被试的注意分散与转移。在间隔时间中，被试
 181还完成了一些量表以对个体的心理特质水平进行测查，量表内容涉及：自尊量表 (The self-
 182Esteem Scale, SES)、状态-特质焦虑问卷 (State-Trait Anxiety Inventory, STAI)、正性负性
 183情绪量表 (Positive And Negative Affect Schedule, PANAS) 以及人际反应指针量表
 184 (Interpersonal Reactivity Index, IRI)。同时也尽量避免被试在这些间隔时间中去回想之前所学
 185习和记忆或者 TNT 任务中的内容，而在一定程度上影响实验的结果。



25

26 联系人, E-mail: liuchao@bnu.edu.cn szqin@bnu.edu.cn

27

186

图2 记忆实验流程

187

Figure 2 Memory experiment procedure

188

2.5 数据分析

189 本研究使用 SPSS 20.0 软件进行数据分析。首先去除在训练中被试没能记住的配对，随后
 190对三个评分者的独立评分进行评分者信度评估，并根据评分最终确定每个条件下的回忆准确率。
 191研究采用三因素重复测量的方差分析，以记忆类型（回想与抑制）、记忆时间（第一天与第二
 192天）和违反道德与否（一般与违反道德）为三个组内的自变量，以分别减去基线条件后计算的
 193回忆准确率差值作为因变量进行一个 $2 \times 2 \times 2$ 的重复测量方差分析，考察三个因素是否存在显著
 194的主效应以及交互作用，并对交互作用显著的条件进行简单效应分析。报告方差分析的 η_p^2 和单
 195样本 t 检验的 Cohen's d 值，所有方差分析的 p 值，首先需要查看是否满足球形检验，若不满足
 196条件，则采用 Greenhouse – Geisser 法进行校正。

1973 实验结果

1983.1.1 评分者信度

199 采用肯德尔和谐系数 (Kendall's W Test) 对三个评分者的独立评分进行信度评估。结果显
 200示, $W = .93, p < .001$, 因此三个评分者对被试记忆结果的评分较为一致, 说明评分质量得到充
 201分的保证, 能够将三个评分者评分的平均值作为被试最终的结果进行进一步的数据分析。计算
 202三个独立评分者对于不同记忆获取时间、违反道德与否的材料下, 被试在 Think /No Think 任务
 203的不同条件中记忆结果的平均准确率, 描述性统计结果如表 1 所示。

204 表 1 三个因素不同条件下回忆准确率的描述性统计 ($M \pm SD$)

205 Table 1 Descriptive statistics of recall accuracy under different conditions of three factors

| Think / No Think 任务 | 第一天 | | 第二天 | |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 一般负性 | 违反道德 | 一般负性 | 违反道德 |
| 基线 | .75 ± .18 | .67 ± .24 | .87 ± .15 | .91 ± .11 |
| 回想 | .79 ± .15 | .73 ± .19 | .96 ± .07 | .91 ± .10 |
| 抑制 | .73 ± .16 | .64 ± .23 | .89 ± .16 | .84 ± .17 |

28

29 联系人, E-mail: liuchao@bnu.edu.cn szqin@bnu.edu.cn

30

2063.1.2 回忆准确率分析结果

207 研究试图在已有睡眠与记忆控制研究的基础上,进一步考察违反道德内容与睡眠、记忆操
208纵方式之间的三因素相互作用下影响记忆效果的表现。因此,本实验首先就三个独立评分者对
209被试记忆结果评分的平均准确率,按照记忆类型中的回想条件和抑制条件分别减去基线条件后
210计算的差值作为因变量,同时以记忆类型(回想与抑制)、记忆时间(第一天与第二天)和违
211反道德与否(一般与违反道德)为三个组内的自变量,进行一个 $2 \times 2 \times 2$ 的重复测量方差分析。
212结果发现,记忆类型的主效应显著($F(1, 27) = 12.48, p = .001, \eta_p^2 = .32$),在减去基线条件后的
213回想条件下回忆准确率($M = .47, SD = .10$)显著高于抑制条件($M = -.24, SD = .10$),表明了
214个体能够对记忆进行主动地操纵;记忆时间与违反道德与否的主效应以及交互作用不显著, p s
215 $> .15$ 。对违反道德与一般负性内容和不同记忆获取时间下的回想得分与抑制得分进行比较发现,
216对于违反道德的内容,不论记忆时间的不同水平,被试的回想得分均高于抑制得分:第一天经
217历睡眠 $t(27) = 2.22, p = .035$,95%置信区间 $CI = [-.18, -.01]$;第二天新获取 $t(27) = 2.376, p = .$
218025,95% $CI = [-.12, -.01]$,对于一般负性内容,新获取条件下回想得分显著高于抑制得分,
219 $t(27) = 2.45, p = .021$,95% $CI = [-.13, -.01]$,而第一天二者没有显著差异, $t(27) = 1.31, p = .$
220202,95% $CI = [-.14, .03]$ 。以下将回想条件和抑制条件分别减去基线条件后的回忆准确率称为
221回想得分与抑制得分对每个水平进行具体分析,回想得分越高表示记忆提取效应越强,而抑制
222得分越低表示记忆抑制效应越强。

223 首先,针对假设中的主动提取效应即回想得分在各条件下的比较进行分析,我们发现了一
224般负性情绪记忆在新获取时表现出的主动提取效应。如图3A所示,在不同记忆获取时间和是
225否违反道德组成的四个具体条件下,将四个条件的回想得分与0比较进行单样本 T 检验。结果
226发现,仅第二天新获取的一般负性内容的回想得分与0有显著的差异, $t(27) = -2.96, p = .$
227006,95% $CI = [.03, .16]$,Cohen's $d = .56$,即一般负性内容的回忆准确率显著高于基线,存在
228新获取一般负性内容的记忆提取增强效应;随后,对假设中的主动抑制效应即抑制得分在各条
229件下的比较进行分析,我们发现了违反道德记忆在新获取时表现出的主动抑制效应。如图3B
230所示,将不同记忆获取时间和是否违反道德的四个具体条件下的抑制得分与0比较进行单样本
231 T 检验。结果发现,仅有第二天新获取的违反道德内容的抑制得分与0有边缘显著的差异,
232 $t(27) = -1.76, p = .089$,95% $CI = [-.15, -.01]$, $d = .331$,即违反道德内容的回忆准确率显著低
233于基线,存在新获取违反道德记忆的抑制效应。以上结果的比较表明了违反道德记忆与一般负

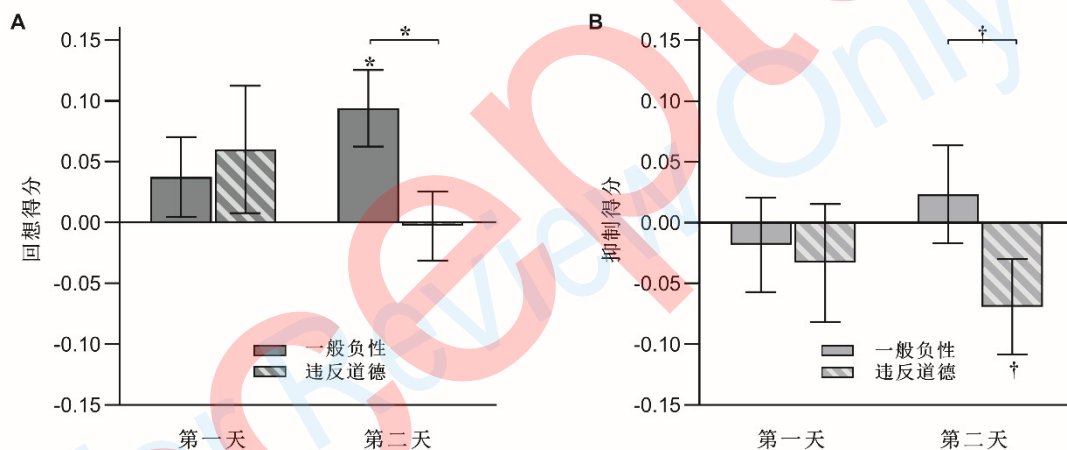
31

32联系人, E-mail: liuchao@bnu.edu.cn szqin@bnu.edu.cn

33

234 性情绪记忆在回想和抑制两种不同记忆操纵方式上记忆效果的明显差异。

235 最后分析假设中睡眠对记忆效果影响的表现，我们发现了睡眠对一般负性情绪记忆的主动
236 提取效应以及违反道德记忆的主动抑制效应的削弱。结果分析发现，仅在第二天新获取条件下，
237 一般负性内容的回想得分显著高于违反道德内容的回想得分， $t(27) = 2.20$ ， $p = .037$ ，95% CI =
238 [-.19, -.01]；第一天睡眠条件下，二者没有显著差异， $t(27) = -.39$ ， $p = .698$ ，95% CI = [-1.38, .
239 09]。在控制了 RME 任务准确率变量的影响之后，第二天新获取条件下，回想得分的一般负性
240 与违反道德内容的差异仍然存在且更加显著， $p = .014$ ；抑制得分的一般负性与违反道德内容的
241 差异达到了边缘显著， $p = .094$ ；在第一天睡眠条件下，不论回忆得分还是抑制得分的不同道德
242 类型内容仍没有显著差异， $p = .722$ 与 $p = .854$ 。同时，单样本 T 检验结果表明，第一天一般负



243 性与违反道德回想与抑制得分与 0 比均不显著：一般负性回想得分， $t(27) = 1.14$ ， $p = .26$ ，95%
244 CI = [-.03, .10]；一般负性抑制得分， $t(27) = -.48$ ， $p = .64$ ，95% CI = [-.10, .06]；违反道德回想
245 得分， $t(27) = 1.14$ ， $p = .26$ ，95% CI = [-.05, .17]；违反道德抑制得分， $t(27) = -.66$ ， $p = .$
246 51，95% CI = [-.13, .07]，表现了记忆操纵效应仅存在于第二天新获取条件。结合以上结果可说
247 明，新获取记忆在违反道德与一般负性内容上存在分离的操纵效应，具体表现为个体对一般负
248 性内容主动回想倾向和违反道德内容的主动抑制倾向。但是经历睡眠后，不论回想还是抑制条
249 件的回忆准确率均与基线相近，说明了睡眠使得个体对记忆的主动操纵效应被削弱或消除。

34

35 联系人，E-mail: liuchao@bnu.edu.cn szqin@bnu.edu.cn

36

250 图3 在不同记忆获取时间和是否违反道德条件下的回想得分 (A) 和抑制得分 (B)。

251 注: † $p < .099$, * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$; A 和 B 中的误差线为标准误

252 Figure 3 Recall score (A) and suppression score (B) under different memory acquisition time
253 and moral violation conditions

2544 讨论

255 本研究在经典的 Think / No Think 范式的基础上, 在负性情绪记忆内容中新引入了是否违
256 反道德这一维度, 并且鉴于以往研究的结论与发现, 睡眠同时是记忆与道德的重要影响因素之
257 一, 因而将隔夜睡眠这一因素也考虑了进来, 从而综合探究睡眠与道德情绪对记忆操纵表现的
258 影响。实验结果首先发现了与以往研究一致的主动操纵效应, 在总体上主动回想条件下的回忆
259 准确率高于抑制条件, 正常个体能够通过回想或抑制的线索操纵, 即主动的执行控制对习得的
260 记忆进行有意识地巩固与遗忘^[3,16,17]。随后具体的条件分析在新获取条件下发现了一般与违反道
261 德的负性情绪记忆之间巩固与抑制的主动操纵效应差异, 而这种差异在经历睡眠之后消失。

2624.1 违反道德与一般的负性情绪记忆的巩固与抑制操纵效应比较

263 负性情绪记忆内容本身是否违反道德会影响记忆的主动操纵效果, 个体对违反道德与一般
264 的负性情绪记忆进行主动操纵所产生的效应不同。具体来说, 对于一般负性情绪记忆更容易被
265 主动回想, 而对于违反道德内容的负性情绪记忆则更容易被抑制。

266 情绪通常利用效价和唤醒度两个维度进行表征, 情绪刺激对外显记忆具有增强的作用, 情
267 绪性材料更容易被记住, 海马在编码和巩固的过程中扮演了重要的角色^[21]。有研究发现, 相对
268 于中性刺激, 效价为负性且唤醒度高的情绪刺激, 往往具有记忆的促进效应^[6,22], 且随着负性
269 情绪强度的升高, 记忆的回想起再认逐渐提高^[23]。在本研究中, 由于材料的唤醒度与效价进行了
270 评分一致性处理而不存在差异性, 因此个体对于新获取的一般负性情绪记忆进行主动回想操纵
271 后的回想准确率较高, 使得记忆效果得到了巩固与提升。另一方面, 对记忆的直接抑制操纵会
272 产生记忆定向遗忘效应, 但目前的研究对这一效应在负性情绪刺激上的作用仍存在争议: 已有
273 研究结果发现经过线索操纵, 新获取的负性情绪刺激得到了有效抑制^[7], 也有观点认为情绪性
274 刺激会导致这种定向遗忘效应的失败^[24], 特别是高唤醒度的刺激往往会继续保持鲜明与生动,
275 而低唤醒度的记忆遗忘效应仍然存在。本研究中的负性情绪刺激均具有高负性效价与高唤醒度
276 的特点, 在新获取条件下表现出较强的提取增强作用和较弱的定向遗忘效应。

37

38 联系人, E-mail: liuchao@bnu.edu.cn szqin@bnu.edu.cn

39

1
2
3 277 违反道德事件往往会诱发负性情绪,除一般负性情绪内容记忆外,研究加入了包含违反道
4
5 278德内容的刺激材料,且这类内容同样被评定为负性情绪图片,效价和唤醒度与一般负性情绪图
6
7 279片一致,因此违反道德和一般负性两个条件的记忆在主动操纵效应上的差异,应当与记忆图片
8
9 280本身是否违反道德有关。与一般负性情绪记忆表现不同,实验结果发现在新获取条件下,个体
10
11 281对违反道德内容更容易遗忘,主动抑制的效应更强。以往研究发现,人们会对于自己所做出的
12
13 282违反道德行为,如不诚实行为进行辩护,并表现出对那些与自己的不诚实行为相关信息的主动
14
15 283遗忘,回忆不诚实行为的生动程度低于回忆诚实行为的生动程度^[25]。本实验中,虽然违反道德
16
17 284的负性情绪记忆内容与被试本身的行为无关,但仍然存在对此类记忆比一般负性情绪记忆更强
18
19 285的主动遗忘效应,在一定程度上说明了个体对违反道德行为本身的主动遗忘倾向。个体有关于
20
21 286道德的记忆往往是基于人类记忆思维活动的意向性而产生的,并且通常表现为一种选择性记忆
22
23 287活动^[26]。包含违反道德内容的图片,是包含存在明显的违反社会秩序行为与过程或者暴力事件
24
25 288场景的刺激,在一定程度上直接显示出了图片所包含的社会性,可能带来了更多不美好的体验,
26
27 289个体选择对其进行更多的有意遗忘符合了思维的选择偏向。道德行为包含两个可区分但不可分
28
29 290离的方面:道德认知和道德情感。Greene等人提出了道德的双加工理论,认为情绪和认知是人
30
31 291们在进行道德判断时难以分离的过程,一个过程是由情绪诱发的自动化情绪直觉,而另一个过
32
33 292程则是由认知过程产生的理性推理,包含认知努力的过程^[27]。在记忆训练的阶段,个体被要求
34
35 293对新接触的违反道德内容进行准确详细地记忆,因此需要被试针对内容进行细致地判断,需要
36
37 294认知加工与情绪的加工的共同参与。而在最后的回忆测查阶段,被试对已经形成记忆并进行主
38
39 295动操纵后的违反道德内容进行单纯地回忆,可能更多的是顺应了被试内在的道德直觉与情感选
40
41 296择偏向,导致在回忆的过程中提取更加困难。

42 297

43 2984.2 睡眠对记忆操纵效应的削弱

44
45
46 299 人脑记忆本身会随着时间的流逝而逐渐地遗忘,新获取的记忆会比前一天获取的记忆回忆
47
48 300准确率更高。然而,部分记忆会经睡眠后选择性存储并固化下来^[28]。更重要的是,记忆操纵的
49
50 301有效性会在经历睡眠之后减弱。我们的实验结果发现,在经历睡眠之后,第一天获取的记忆回
51
52 302想与抑制条件下的准确率更靠近基线条件,不论是一般还是违反道德的负性情绪刺激,主动的
53
54 303回想和抑制效应均被削弱。睡眠消除了定向遗忘效应,在Abel等人的实验中,被试进行了包括
55
56 304有规律夜间睡眠的或者始终清醒的12小时后的定向遗忘任务,结果发现睡眠会使遗忘效应消失,

57
58 40

59 41联系人, E-mail: liuchao@bnu.edu.cn szqin@bnu.edu.cn

60 42

1
2
3 305表现为回想与抑制条件之间的回忆准确率没有差异,而始终清醒情况下定向遗忘效应仍然存在
4
5 306^[29]。睡眠使得线索操纵训练效应减弱,而在睡眠中对线索的重激活能够延长训练效果。对于道
6
7 307德相关的记忆研究发现,睡眠中记忆线索的重激活使得之前反刻板印象的训练效果在一周后仍
8
9 308然存在,经历睡眠却没有进行线索重激活的个体训练效果则未继续维持^[13]。在本研究中,第一
10
11 309天训练中获取的线索和违反道德与一般负性情绪图片配对的记忆效果,会在个体经历睡眠之后
12
13 310有一定程度的消退,从而导致随后没能产生有效的线索操纵效应,而未经历睡眠的新获取记忆
14
15 311回想与抑制的主动操纵效应依然存在,表现为违反道德记忆的有效抑制与一般负性情绪记忆的
16
17 312有效提取。之前的记忆模型认为,记忆的主动抑制是受到海马调控的过程,而睡眠能够通过前
18
19 313额叶和新皮层通路以使获取的记忆得到进一步加工和巩固,不依赖于海马的调控^[7],因此睡眠
20
21 314弱化了固化记忆的控制,导致记忆的主动操纵效应在经历睡眠后产生了消退。睡眠调节了负性
22
23 315情绪记忆操纵效应,削弱了违反道德内容的动机性遗忘效果,从进化论的角度来说,睡眠使得
24
25 316个体对社会环境的威胁,如危及人身安全的违反道德事件保持着一定程度的警惕,有助于个体
26
27 317自身未来的生存与发展。

28 318 本文的主要结果指标为被试回忆测查中记忆准确率,是基于被试的回忆,由三个评分者进
29
30 319行评分并评估了评分者信度,以此结果得到的行为学指标仅能描述表面现象,而无法对行为表
31
32 320现进行深层次的内在机制的解释。除了行为表现之外,负性情绪内容的记忆可能诱发被试的皮
33
34 321肤电生理指标的变化,脑成像指标则能够提供行为背后神经机制层面的证据,应当结合多种数
35
36 322据分析结果以得到较为完整综合的解释。因此,本研究未来将考虑利用生理与脑影像指标进行
37
38 323内在机制的进一步探讨。本研究试图对违反道德记忆与一般负性情绪记忆之间在记忆操纵表现
39
40 324上的差异性进行探索,但由于本实验存在的一些不可避免的局限,如被试睡眠质量的精确控制,
41
42 325以及其他不在本实验中考虑的潜在混淆变量,导致该实验的效应量降低,因而造成了实验在新
43
44 326获取条件下的违反道德记忆的主动抑制效应结果的边缘显著,这一结果仅能够表明违反道德记
45
46 327忆主动抑制效应的倾向性,未来仍需更多的证据,如增加被试量以增强效应或通过个体记忆过
47
48 328程中生理指标的表现来支持实验结果。另一方面,对比第一天睡眠条件下违反道德记忆主动抑
49
50 329制效应的消失,本结果仍在一定程度上说明了违反道德记忆与一般负性情绪记忆在记忆操纵上
51
52 330所不同的主动抑制效应,在本实验中违反道德记忆的主动抑制效应要弱于一般负性情绪记忆的
53
54 331主动提取效应。此外,本研究在被试内纵向考察了在记忆获取后,个体所经历的睡眠过程对记
55
56 332忆操纵效果所产生的影响,若能够进一步考察个体在获取记忆之后的24小时内无睡眠状态下影
57
58 333响记忆操纵效果的横向对比,将对当前实验结果提供一个更加有力的证据来支持睡眠在记忆操

43

44联系人, E-mail: liuchao@bnu.edu.cn szqin@bnu.edu.cn

45

334纵效果上的作用。研究中将刺激记忆内容分为了两个水平，分别是包含违反道德内容以及不包
335含违反道德内容的图片，但如这些道德行为和场景记忆与自己相关，或后果涉及到了自身的利
336益与代价时，人们的记忆操纵会存在怎样的效应仍然不为人知，今后的研究可以考虑对刺激材
337料进行更细致的控制，以及对其他影响因素进行深入的探究。现有理论认为，随着年龄的增长，
338人们逐渐学会主动控制自己的行为，会主动抑制无关信息的加工从而提高工作记忆的容量^[30, 31]。
339^[32]。而情绪调控能力的失衡，如创伤后应激障碍（PTSD）的个体抑制能力较差，不能对已获取
340的记忆进行有效的遗忘^[31]；具有执行功能障碍的抑郁症儿童和孤独症儿童，往往也存在很多情
341绪控制的问题^[31]；抑郁水平高的个体往往处于低情绪唤醒状态，对情绪识别有障碍，且道德认
342知能力受限^[33]。情绪调控能力与个体的执行功能密切相关，情绪及认知功能障碍或失衡可能会
343对于道德记忆的抑制作用产生影响，未来可以考虑进一步探究在情绪与认知障碍的精神疾病个
344体上睡眠对道德记忆的影响，为临床诊断与应用提供一定的科学理论依据。此外，本研究中睡
345眠对违反道德内容记忆的抑制削弱作用这一发现，在探究监狱罪犯对自身违反道德行为的情绪
346管理方面也有着一定的现实意义。

3475 结论

348 本研究在负性情绪的基础上探究包含违反道德内容的负性情绪记忆在回想与抑制操纵上的
349表现，结果发现了违反道德与一般的负性情绪记忆在主动操纵效应上存在的显著差异，具体表
350现在相比于一般负性情绪记忆，违反道德的负性情绪记忆显示出更强的抑制控制效应，而一般
351负性情绪记忆则存在明显的提取增强效应。值得强调的是，经隔夜睡眠固化后削弱了违反道德
352与一般负性情绪记忆在主动操纵表现上的差异，违反道德的负性情绪记忆的遗忘抑制效应被减
353弱。这些结果为理解人脑道德情绪记忆经睡眠后储存、提取和抑制之间交互关系提供新的科学
354启示。

355 参考文献

- 3561 Weiner B. Motivated forgetting and the study of repression. *J. Pers.*, 1968, 36: 213–234.
3572 Yang X H. A review of inhibition mechanisms in language comprehension. *Contemp. Linguist.*
358 2005, 7: 327–337 [杨小虎. 语言理解中的抑制机制研究综述. *当代语言学*, 2005, 7: 327–337]

46

47联系人，E-mail: liuchao@bnu.edu.cn szqin@bnu.edu.cn

48

- 1
2
3 3593 Catarino A, Küpper C S, Werner-Seidler A, et al. Failing to forget: Inhibitory-control deficits
4 360 compromise memory suppression in posttraumatic stress disorder. *Psychol. Sci.*, 2015, 26: 604–
5 361 616.
6
7
8 3624 Hu X, Bergström Z M, Gagnepain P, et al. Suppressing Unwanted Memories Reduces Their
9 363 Unintended Influences. *Curr. Dir. Psychol. Sci.*, 2017, 26: 197–206.
10
11 3645 Depue B E, Banich M T, Curran T. Suppression of Emotional and Nonemotional Content in
12 365 Memory. *Psychol. Sci.*, 2006, 17: 441–447.
13
14 3666 Meng X, Zhang L, Liu W, et al. The impact of emotion intensity on recognition memory: Valence
15 367 polarity matters. *Int. J. Psychophysiol.*, 2017, 116: 16–25.
16
17 3687 Liu Y Z, Lin W J, Liu C, et al. Memory consolidation reconfigures neural pathways involved in
18 369 the suppression of emotional memories. *Nat. Commun.*, 2016, 7: 13375.
19
20 3708 Chen C, Liu C, Huang R, et al. Suppression of aversive memories associates with changes in early
21 371 and late stages of neurocognitive processing. *Neuropsychologia*, 2012, 50: 2839–2848.
22
23 3729 Young L, Cushman F, Hauser M, et al. The neural basis of the interaction between theory of mind
24 373 and moral judgment. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 2007, 104: 8235–8240.
25
26 37410 Gui D Y, Gan T, Liu C. Neural evidence for moral intuition and the temporal dynamics of
27 375 interactions between emotional processes and moral cognition. *Soc. Neurosci.*, 2016, 11: 380–
28 376 394.
29
30 37711 Decety J, Cowell J M. The complex relation between morality and empathy. *Trends Cogn. Sci.*,
31 378 2014, 18: 337–339.
32
33 37912 Li Y, Wang D C, Hu Z A. Memory Consolidating During Sleep (in Chinese). *Prog. Biochem.*
34 380 *Biophys.* 2008, 35: 1219–1224 [李洋, 王得春, 胡志安. 睡眠的记忆巩固功能研究进展. *生物化*
35 381 *学与生物物理进展*, 2008, 35: 1219–1224]
36
37 38213 Hu X, Antony J W, Creery J D, et al. Unlearning implicit social biases during sleep. *Science*,
38 383 2015, 348: 1013–1015.
39
40 38414 Bjork R A, Laberge D, Legrand R. The modification of short-term memory through instructions to
41 385 forget. *Psychon. Sci.*, 1968, 10: 55–56.
42
43 38615 Wegner D M, Schneider D J, Carter S R, et al. Paradoxical effects of thought suppression. *J. Pers.*
44 387 *Soc. Psychol.*, 1987, 53: 5.
45
46 38816 Anderson M C, Green C. Suppressing unwanted memories by executive control. *Nature*, 2001,
47 49

50 联系人, E-mail: liuchao@bnu.edu.cn szqin@bnu.edu.cn

51

- 1
2 389 410: 366–369.
3
4 39017 Anderson M C. Neural Systems Underlying the Suppression of Unwanted Memories. *Science*,
5
6 391 2004, 303: 232–235.
7
8 39218 Liu Y Y, Hao M, Li P, et al. Timed Picture Naming Norms for Mandarin Chinese. *PLoS One*,
9
10 393 2011, 6: e16505.
11
12 39419 Lang P J, Bradley M M, Cuthbert B N. International affective picture system (IAPS): Technical
13
14 395 manual and affective ratings. *NIMH Cent. Study Emot. Atten.*, 1997, 1: 39–58.
15
16 39620 Baron-Cohen S, Wheelwright S, Hill J, et al. The “Reading the Mind in the Eyes” Test Revised
17
18 397 Version: A Study with Normal Adults, and Adults with Asperger Syndrome or High-functioning
19
20 398 Autism. *J. Child Psychol. Psychiatry*, 2001, 42: 241.
21
22 39921 Hamann S. Cognitive and neural mechanisms of emotional memory. *Trends Cogn. Sci.*, 2001, 5:
23
24 400 394–400.
25
26 40122 Brandt K R, Nielsen M K, Holmes A. Forgetting emotional and neutral words: An ERP study.
27
28 402 *Brain Res.*, 2013, 1501: 21–31.
29
30 40323 Wang B X, Cheng C, Xiong S Y, et al. The Influence of Negative Emotional Intensity on Dual-
31
32 404 Processing Recognition Retrieval (in Chinese). *J. Psychol. Sci.*, 2018, 3: 540–545 [王宝玺, 程琛,
33
34 405 熊思雅, 等. 负性情绪强度对双加工再认提取的影响. *心理科学*, 2018, 3: 540–545]
35
36 40624 Payne B K, Corrigan E. Emotional constraints on intentional forgetting. *J. Exp. Soc. Psychol.*,
37
38 407 2007, 43: 780–786.
39
40 40825 Shu L L, Gino F, Bazerman M H. Dishonest deed, clear conscience: When cheating leads to moral
41
42 409 disengagement and motivated forgetting. *Personal. Soc. Psychol. Bull.*, 2011, 37: 330–349.
43
44 41026 Xiang Y Q, Liu F. On Moral Memory of Humankind. *J. Soc. Sci. Hunan Norm. Univ.*, 2015, 2: 5–
45
46 411 10 [向玉乔, 刘飞. 人类的道德记忆. *湖南师范大学社会科学学报*, 2015, 2: 5–10]
47
48 41227 Greene J D. An fMRI Investigation of Emotional Engagement in Moral Judgment. *Science*, 2001,
49
50 413 293: 2105–2108.
51
52 41428 Stickgold R, Walker M P. Sleep-dependent memory triage: Evolving generalization through
53
54 415 selective processing. *Nat. Neurosci.*, 2013, 16: 139–145.
55
56 41629 Abel M, Bäuml K H. Sleep can eliminate list-method directed forgetting. *J. Exp Psychol Learn*
57
58 417 *Mem Cogn*, 2013, 39: 946–952.
59
60 41830 Bjorklund D F, Harnishfeger K K. The resources construct in cognitive development: Diverse

52

53 联系人, E-mail: liuchao@bnu.edu.cn szqin@bnu.edu.cn

54

- 1
2
3 419 sources of evidence and a theory of inefficient inhibition. *Dev. Rev.*, 1990, 10: 48–71.
- 4 42031 Zhou M, Zhou X L. The Executive Function and Emotion Regulation of Children (in Chinese).
5
6 421 *Stud. Psychol. Behav.*, 2003, 1: 194–199 [周玫, 周晓林. 儿童执行功能与情绪调节. 心理与行为
7
8 422 研究, 2003, 1: 194–199]
- 9
10 42332 Zhang J. A review of inhibitory control (in Chinese). *Sci. Soc. Psychol.*, 2011, 8: 3–6 [张冀. 抑制
11
12 424 控制的研究概述. 社会心理科学, 2011, 8: 3–6]
- 13
14 42533 Yin X Y, Deng C F, Zheng Y J. The impact of non-clinical depression on moral judgment (in
15
16 426 Chinese). *China J. Heal. Psychol.*, 2019, 7: 986–991 [尹锡杨, 邓彩凤, 郑银佳. 非临床抑郁个体
17
18 427 对道德判断的影响. 中国健康心理学杂志, 2019, 7: 986–991]

428

429

430 **Regulation of Overnight Sleep on Negative Emotion Memory with Moral-violation**431 Sihui Zhang^{1,2,3}, Cheng Bian^{1,2,3}, Xiaoqin Mai⁴, Shaozheng Qin^{1,2,3*}, Chao Liu^{1,2,3*}432¹State Key Laboratory of Cognitive Science and Learning & IDG/McGovern Institute for Brain Research, Beijing Normal University,

433Beijing 100875, China

434²Center for Collaboration and Innovation in Brain and Learning Sciences, Beijing Normal University, 100875, Beijing, China435³Beijing Key Laboratory of Brain Imaging and Connectomics, Beijing Normal University, 100875, Beijing, China436⁴Department of Psychology, Renmin University of China, 100872, Beijing, China437 **Abstract**

438 The processing of negative emotion memory is a key factor influencing human mental health and
439 the ability to manipulate negative emotion memory is crucial for mental health. It is beneficial for
440 individuals to be highly motivated to successfully forget an unpleasant experience. However, people
441 with post-traumatic stress disorder (PTSD) often show an imbalance in voluntary memory
442 manipulation. They are unable to regulate memories of emotions and are exposed to negative
443 emotions for a longer time, which over time will lead to greater damage to both physical and mental
444 health. Witnessing moral violation may induce negative emotions in real life, but it is still unknown if
445 when faced with memories of negative emotions associated with moral violation content, whether the
446 process of suppression and recall manipulation would be different for non-moral content. A previous
447 study found that overnight sleep could weaken the effect of suppression on memory.

448 In the present study, we first selected 120 pictures and recruited participants to rate their

55

56联系人, E-mail: liuchao@bnu.edu.cn szqin@bnu.edu.cn

57

1
2
3 449 emotional arousal, valence, and morality on a 9-point scale in an online survey. After selecting and
4
5 450 matching negative emotional stimuli with similar emotional arousal and valence and distinguishable
6
7 451 morality (non-moral vs. moral-violation) in the online ratings, 28 participants were required to
8
9 452 remember the stimuli paired with the cue objects after two days' training (overnight sleep vs. newly
10
11 453 acquired condition) and then they had a think/no-think task (TNT) (recall vs. suppression vs. baseline)
12
13 454 to intuitively suppress and recall these pairs. After the TNT task, a recall test was conducted to record
14
15 455 vocal memory performance, which was scored by three scorers. The scorer reliability was measured,
16
17 456 and showed high quality. We determined the recall score by computing the difference between recall
18
19 457 accuracy and baseline accuracy, and found the suppression score to be the difference between
20
21 458 suppression accuracy and baseline accuracy. Then a 2×2×2 repeated measures ANOVA with within-
22
23 459 subject factors of training time, cue manipulation, and morality was performed. The results of the
24
25 460 repeated measures ANOVA and the paired t-test analyses showed that memory could be adjusted
26
27 461 through conscious cue manipulation, and negative memory with different moral content had
28
29 462 significantly different manipulation effects. Specifically, in the newly acquired condition, the recall
30
31 463 score in non-moral memory was significantly higher than both zero and the recall score in moral
32
33 464 violation, while the suppression score in moral violation memory was both significantly lower than
34
35 465 zero and marginally lower than the suppression score in non-moral pairs. Additionally, compared with
36
37 466 the newly acquired condition, both the memory enhanced effect in the non-moral pairs and the
38
39 467 memory forgotten effect in the moral violation memory pairs faded in the overnight sleep condition.

40
41 468 Our findings revealed that both the retrieval of non-moral content and the suppression of moral
42
43 469 violation content in negative emotion memories were significant when newly acquired; and overnight
44
45 470 sleep could eliminate the influences of retrieval and suppression manipulation. These results manifest
46
47 471 the effects of morality on negative emotion memory which can be weakened by overnight sleep
48
49 472 consolidation. The present study extends our understanding of how moral emotional memories are
50
51 473 stored, retrieved, and repressed after sleep.

52 474

53 475 **Keyword:** overnight sleep; moral violation; negative emotion; memory suppression; retrieval

54 476

55 477 *Correspondence to:

58 58

59 59 联系人, E-mail: liuchao@bnu.edu.cn szqin@bnu.edu.cn

60 60

1
2 478Chao Liu, State Key Laboratory of Cognitive Neuroscience and Learning, Beijing Normal University,
3

4 479No. 59 Xijiekouwai Street, Beijing 100875, China
5

6 480E-mail: liuchao@bnu.edu.cn
7

8 481Phone numbers: +86 189 1112 1354
9

10 482or

11 483Shaozheng Qin, State Key Laboratory of Cognitive Neuroscience and Learning, Beijing Normal
12

13 484University, No. 59 Xijiekouwai Street, Beijing 100875, China
14

15 485E-mail: szqin@bnu.edu.cn
16

17 486Phone numbers: +86 135 5290 8175
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57

58 61

59 62联系人, E-mail: liuchao@bnu.edu.cn szqin@bnu.edu.cn
60

63