

## 家养小精灵会在你睡觉时帮你清理大脑吗？

Ken A. Paller\*

西北大学, 心理学系 (美国, 伊利诺伊州, 埃文斯顿市)

少年审稿人

EXPLORA  
SCIENCE  
CENTER  
AND  
CHILDREN'S  
MUSEUM



年龄: 7-15

神经科学家  
(Neuroscientists)

研究大脑和神经系统的  
科学家。

睡眠将占据你生命中三分之一的时间。你无法逃避它, 也不应该逃避, 因为良好的睡眠可以让你感觉良好。但同时还有更多原因。睡眠对学习来说是必不可少的, 有关于你的大部分东西——你的记忆或者你的习惯, 都可能取决于你睡着时大脑做了什么。本文涵盖了这个主题的一些新实验, 以及一些出乎意料的发现。每天你都需要获得各种新知识, 包含了你阅读的内容、你在学校学习的内容、与朋友有关的新闻、以及你自己的创意想法或照片, 还可能包含你把正在阅读的书放到了哪里。随后, 这些记忆可能很难再记起。最新的科学发现能够帮助我们理解睡眠时的大脑活动如何帮助我们记忆。

当我们睡觉的时候, 大脑绝不是闲着的, 没有人知道确切的原因。让电脑进入睡眠状态, 它便停止工作, 什么也不做, 而我们的大脑却不是这样。然而, 当我们醒来时, 对于大脑在睡眠期间的活动几乎一无所知。

神经科学家有很多方法观察大脑活动, 他们已经为睡眠时大脑中发生的一些神秘现象想出了许多解释。

在哈利·波特的世界中, 作家 J. K. Rowling 把家养小精灵描绘成一个像奴隶一样在巫师家里干活的生物, 每天晚上都在看不见的地方清理巫师白天制造的混乱。但“大脑中的家养小精灵”的工作则是加强有价值的记

忆, 并消除不重要的记忆。你能想象一群微型的家养小精灵在你的大脑中以这种方式整理记忆吗? 也许这就是为什么第二天早上记忆会以有组织的方式呈现。

是的, 这只是一种幻想, 并不是神经科学。但是我们的大脑面临着一个巨大的挑战。我们需要留住重要的记忆, 为了做到这一点, 我们需要忘记不重要的记忆。所以为了能够成功学习, 像这种魔法一样的东西是必要的。

每一天, 无数的记忆都储存在你的大脑里, 不久之后他们可能就会被遗忘。从上周的中间选一天。你现在还记得那天的多少事? 很有可能, 你当天形成的大部分记忆早已消失无踪 (或者用哈利·波特的话来说, 已经"幻影移形"了)。

如果你想阻止这种记忆丧失该怎么办? 也许你已经知道该怎么做了! 练习你学到的东西, 这和演员在戏剧中排练台词是一样的。

当你想要记住某件事的时候, 把它记在脑子里, 反复复习。

**认知神经科学**的一大挑战是解释新信息是如何进入你的大脑的, 我们也在研究复习是如何起作用的。你花在记忆上的努力是有回报的, 因为**大脑网络**在你使用它们时会发生改变。所以, 当你记住某件事的时候, 你的记忆会变得更强大。

但这并不是选择需要加强的记忆的唯一方法。它在我们睡觉的时候也会发生, 我们不需要计划在睡觉时复习记忆。我们很自然地就这样做了, 醒来时也不会意识到。

## 倾听声音

最近的一项科学突破有助于将记忆和睡眠联系起来, 它涉及到一系列与声音有关的实验。如果一个人在学习某个知识时, 长笛演奏出柔和的音调, 那么这个声音和这个知识就可以联系起来。后来在睡眠中, 柔和的长笛声音可以不吵醒人, 但仍然提醒他们学过的知识。当这种情况发生时, 参与记忆该知识的大脑网络就会发生变化。

大多数研究睡眠的科学家过去认为, 听力在睡眠时会大幅减弱, 这种观点并不完全正确。2009 年, 我和我的学生发现轻柔的声音可以用来研究睡眠期间的记忆巩固 [1], 由此认为声音起到了"记忆提醒"的作用, 因为它们改变了近期记忆的存储。

在几个不同国家工作的科学家现在已经多次重复了这种类型的实验 [2]。通常, 学生扮演着关键的角色。在实验中, 学生们首先记忆了电脑屏幕上出现的 50 幅图片。例如, 他们可能会在左上角看到一个长笛, 在右

### 认知神经科学 (Cognitive Neuroscience)

神经科学中研究心理功能的一部分。

### 大脑网络 (Brain Networks)

一组可以一起活动的脑细胞 (神经元)。学习涉及到这种大脑网络的变化。神经科学家使用"神经可塑性"这个术语来描述网络中神经元彼此之间联系的变化。

下角看到一个订书机,但每一张图片都伴随着一个特定的声音出现。与玩电子游戏相比,这种学习并不有趣,但是学生们还是很配合地熟记了所有的图片位置。接下来,每个学生都小睡一会。在他们醒来后,我们对他们进行测试,看他们能记住什么。我们测量了他们将这些图片放在屏幕上的位置。他们把每张图片放在离它所属位置越近的地方,他们在记忆测试中的得分就越高。

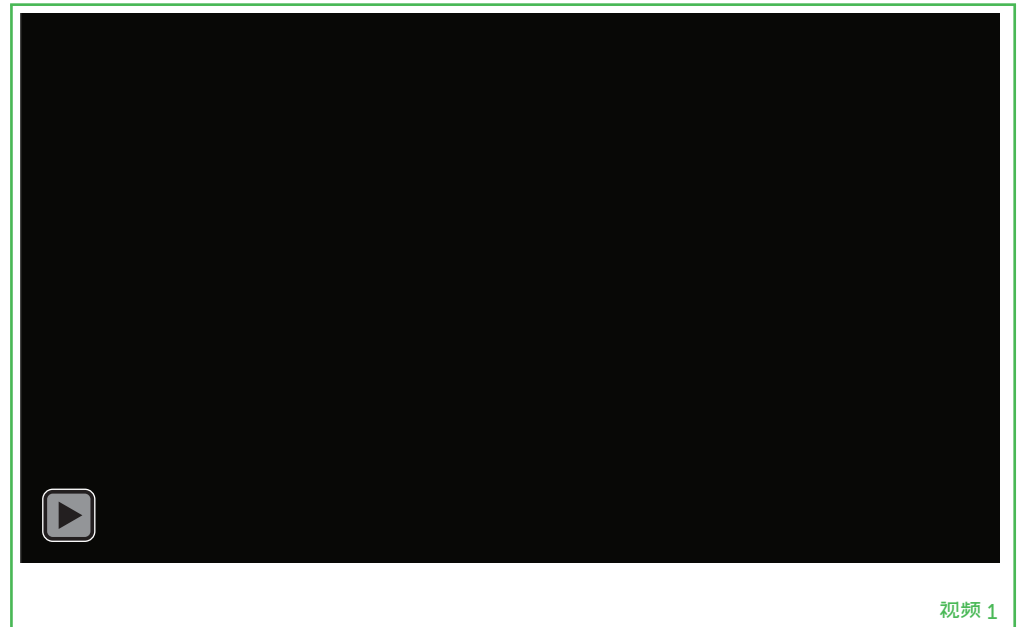
对于其中的一些图片,伴随它们的特定声音在学生们小睡时进行播放。他们在这个过程中一直是睡着的,不知道有任何声音在播放。

我们比较了这些图片和其他图片(睡眠时没有播放声音)的回忆情况。当图片的声音在睡眠中播放时,回忆效果更好。当声音播放时,大脑中的记忆存储一定发生了变化(见视频 1)。因此,这个普通的实验过程(见图 1)可供神经科学家侵入记忆。

### 视频 1

靶向记忆再激活。本视频片段由美国国家科学基金会及其“科学国度”团队制作。

[http://www.nsf.gov/news/special\\_reports/science\\_nation/sleep\\_memory.jsp](http://www.nsf.gov/news/special_reports/science_nation/sleep_memory.jsp)



视频 1

## 记忆侵入

这项研究推动我们进一步了解记忆是如何储存在大脑中的。这些发现也提出了一种令人惊叹的可能性,也许人们可以选择在家里睡觉时可重新激活的记忆。为什么这样做呢?一个原因是我们可能没有足够的睡眠。即使我们这样做了,睡眠也可能并不完美。我们可能会不知不觉地巩固一些我们宁愿忘记的事情。你的睡眠中是否充满了恼人的回忆?也许你可以巩固一下你真正想要记住的东西。

利用睡眠来提高学习的可能性有很多。2015 年,研究人员使用相同的基本方法帮助学生学习一门外语 [3]。学生们首先花一些时间学习荷兰语单词,其中一些单词在学生们睡着后又进行播放。当他们醒来的时候,

图 1

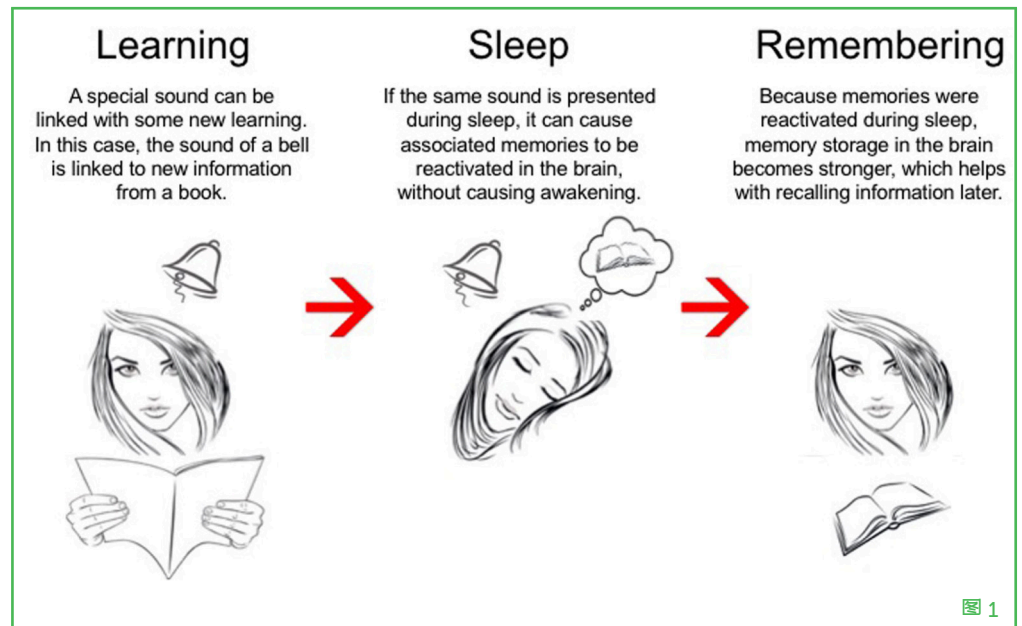
这里描述的实验通常包含三部分：第一，人们学习一些新信息，新的信息可能来自一本书，也可能是关于物体的位置，外语单词的意思，或者如何演奏一段音乐。第二，在睡眠期间，这些信息可能会被重新激活，以便更有效地储存在大脑中。例如，如果一种铃声在学习时响了，那么这种铃声可以提醒睡眠中的大脑记住相关信息。同样，当学习完成时，一种气味出现了，然后在睡眠时再次出现。睡眠时的记忆提醒会增加信息被牢牢记住的可能性。第三，实验包含一个记忆测试，重新激活的信息的记忆会提高。这些实验帮助我们了解正常的学习过程。似乎每晚睡觉时，我们的大脑都在忙着练习和回忆我们学过的东西。当然，在我们醒着的时候巩固记忆也很有帮助。尽管大脑会产生有趣的电信号，暗示大脑内部发生了什么，但目前尚不清楚为什么记忆巩固在睡眠时尤其有用。这些和其他的谜团正等待着未来的神经科学家来解开。

### 内隐学习 (Implicit Learning)

一种人们没有意识到他们学到了什么的学习方式。经历这种学习后，比如在获得一项技能、习惯或程序时，人们可能会以不同的方式思考和行动，而没有意识到他们的思想和行为已经被内隐学习改变了。

### 无意识社会偏见 (Unconscious Social Bias)

一种习惯学习，我们在其中获得关于各个群体的一般概念。这些偏见随后会影响我们如何对待他人，有时是不公平的，甚至是在我们没有意识到自身行为正受此学习支配时。



他们更清楚在他们睡着的时候播放的单词的意思。在一个类似的研究中，研究人员改进了对学习一门新语言很重要的语法规则的学习 [4]，还强化了睡眠时的音乐能力 [5]。在这项研究中，学生首先学会在键盘上演奏两首歌曲，就像《吉他英雄》电子游戏：移动圆圈引导学生按下适当的键来演奏每首歌。然后他们会小睡一会，之后发现学生们更擅长演奏在他们睡觉时悄悄播放的歌曲。

我们在不知不觉中培养了一些技能和习惯。这种学习的专业术语是**内隐学习**。比如睡觉时磨牙的坏习惯。如果你磨牙了，怎么能学会停止呢？你很难控制只在睡觉的时候做的事情。我们的想法是，在睡眠时播放特殊的声音可能会有所帮助。首先，当人们在白天听到“放松的声音”时，他们会学着放松下巴，同样的声音可以提示他们在睡觉时放松下巴。

像这样的新想法需要测试。我们还不知道它们是否会起作用，但基于各种其他的实验结果，我们对此抱有希望。例如，我们的睡眠方法在我们用它来加强减少偏见的训练时，对另一种习惯也有帮助 [6]。

要理解我们的实验，请考虑以下几点。我们都是通过接触电影、电视之类的东西逐渐获得对群体的普遍认识。这是学习中很自然的一部分，我们可以在不知情的情况下，甚至在不认同这些想法的情况下，获得这些想法（概括）。这些想法可以影响我们对这些群体的想法和行为。很久以前，人们普遍认为女性不够聪明，不能成为科学家。电影和电视里的科学家经常由年老、秃顶的白人演员扮演。暴露在这种刻板印象中会产生一种**无意识社会偏见**。这种对一群人的偏见通常会影响我们对待他人的方式，而我们未必能察觉这种影响。但是像其他类型的学习一样，这些偏见的习惯可以通过训练来改变。例如，与杰出女性科学家会面的反复经历可



以减少你可能从媒体那里得到的偏见。我们的实验表明, 睡眠期间的记忆提醒可以加强训练, 减少对人的常见偏见。

研究还可能提出一些方法, 利用睡眠期间的记忆提醒来实现其他有价值的好处。例如, 在一个人遭受大脑损伤后, 学习是非常重要的, 患者可能需要恢复说话或正常活动的能力。康复课程的目的是加速特定大脑网络中的学习, 恢复取决于学习进展程度。由于每周只有几个小时的治疗, 康复可能需要一段时间。睡眠辅助疗法可以使用与患者试图学习的动作相关的声音。每晚播放这些声音可能会加速康复, 未来的实验有望揭示如何实现这一目标。

## 记忆侵入有危害吗?

修改记忆的新方法可能带来代价。到目前为止, 我一直强调帮助人们的方法。但是这些方法也会伤害人类吗?

Aldous Huxley 在小说《美丽新世界》中设想了事情可能会变得多么糟糕 [7]。在这个故事中, 国家通过 Huxley 所说的"睡眠学习"来控制公民。也就是说, 当婴儿和儿童睡觉时, 他们被教导以某种方式思考。每个人在社会上都被分配了一个特定的角色, 或高或低。他们都被说服去买东西, 成为积极的消费者。由于他们的训练, 这个世界上的人们似乎别无选择, 只能承担他们的责任, 接受被分配的地位。

我们应该谨慎地采用新技术。人们不希望自己的记忆在未经允许的情况下在睡眠中被篡改。这种方法可能被滥用, 例如一个不道德的酒店老板可能在客人睡觉时播放信息。客人们可能会在不知情的情况下收到不喜欢的广告。我们需要保持警惕, 以防在睡眠中改变记忆的方法被滥用。

在我描述的实验中, 这个过程需要一些训练。在这个训练过程中, 人们总是保持清醒, 他们学到的东西并没有被隐瞒。一个人在睡眠中避免不想要的记忆改变的一个方法是行使选择权, 第一时间拒绝被教授的东西。

神经科学为指导睡眠中的大脑更好地工作提供了新的可能性。从某种意义上说, 这就好像家养小精灵真的会在你睡觉的时候帮你清理大脑一样。随着这些新方向的进一步科学研究, 更好地了解睡眠中的大脑可能会带来许多不同的好处。理想情况下, 这项研究将给我们更多的理由去珍惜而不是厌恶我们对睡眠的需求。

## 致谢

促成这些结果的部分研究获得了国家自然科学基金会的资助。感谢这项研究中的众多合作者, 以及我的朋友 Marcia Grabowecky、John Kounios 和 Lisa Munoz 对本文写作的帮助。本文基于最初发表在[LiveScience.com](https://www.livescience.com) 上的一篇文章。

## AI 人工智能工具使用声明

本文中所有图表附带的替代文本 (alt text) 均由 Frontiers 出版社在人工智能支持下生成。我们已采取合理措施确保其准确性, 包括在可行情况下经由作者审核。如发现任何问题, 请随时联系我们。

## 参考文献

1. Rudoy, J. D., Voss, J. L., Westerberg, C. E., and Paller, K. A. 2009. Strengthening individual memories by reactivating them during sleep. *Science* 326:1079. doi: 10.1126/science.1179013
2. Oudiette, D., and Paller, K. A. 2013. Upgrading the sleeping brain with targeted memory reactivation. *Trends Cogn. Sci.* 13:142–9. doi: 10.1016/j.tics.2013.01.006
3. Schreiner, T., and Rasch, B. 2015. Boosting vocabulary learning by verbal cueing during sleep. *Cereb. Cortex* 25:4169–79. doi: 10.1093/cercor/bhu139
4. Batterink, L. J., and Paller, K. A. 2017. Sleep-based memory processing facilitates grammatical generalization: Evidence from targeted memory reactivation. *Brain Lang.* 167:83–93. doi: 10.1016/j.bandl.2015.09.003
5. Antony, J. W., Gobel, E. W., O'Hare, J. K., Reber, P. J., and Paller, K. A. 2012. Cued memory reactivation during sleep influences skill learning. *Nat. Neurosci.* 15:1114–6. doi: 10.1038/nn.3152
6. Hu, X., Antony, J. W., Creery, J. D., Vargas, I. M., Bodenhausen, G. V., and Paller, K. A. 2015. Unlearning implicit social biases during sleep. *Science* 348:1013–5. doi: 10.1126/science.aaa3841
7. Huxley, A. 1932. *Brave New World*.

线上发布: 2025 年 12 月 30 日

编辑: Kathleen Haaland

科学导师: John Elias

引用: Paller KA (2025) 家养小精灵会在你睡觉时帮你清理大脑吗? *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2018.00023-zh

英文原文: Paller KA (2018) Do House-Elves Clean Your Brain While You Sleep? *Front. Young Minds* 6:23. doi: 10.3389/frym.2018.00023

利益冲突声明: 作者声明本研究不涉及任何潜在商业或财务关系。

版权 © 2018 © 2025 Paller. 这是一篇依据 [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](#) 条款发布的开放获取文章。根据公认的学术惯例，在注明原作者和版权所有者的前提下，允许使用、传播、复制至其他平台。如违反以上条款，则不得使用、传播或复制文章内容。

## 少年审稿人

EXPLORA SCIENCE CENTER AND CHILDREN'S MUSEUM, 年龄: 7–15

Explora 少年审稿人是一群与博物馆教育工作者及新墨西哥大学导师共同合作的科学爱好者。我们喜欢通过文章和动手活动及演示来了解大脑。我们也喜欢阅读新研究文章，提问题，并提出建议，以帮助科学家们使他们的工作对每个人都更易理解！

## 作者

KEN A. PALLER

我是西北大学的一位教授，这所大学位于美国伊利诺伊州埃文斯顿市，毗邻密歇根湖。我喜欢设计实验的挑战，这些实验能够提供对记忆和我们意识体验的洞察。闲暇时，我喜欢在摇滚乐队演奏。何其有幸，我的日常工作涉及思考人类心智如何运作。更满怀希冀，我们为获取神经科学知识做出的集体努力将有助于改善人们的生活。

\*[kap@northwestern.edu](mailto:kap@northwestern.edu)

