

睡眠应是学习计划中的重要内容

Emma James^{1*}, Ann-Kathrin Joechner^{2*} 和 Beate E. Muehlroth^{2*}

¹约克大学, 心理学系 (英国, 约克)

²马克斯·普朗克人类发展研究所, 一生发展心理学中心 (德国, 柏林)

少年审稿人



HATHAWAY
BROWN
SCHOOL
年龄: 14-15
THE
SCHOOL
FOR
SCIENCE
AND MATH
AT
VANDERBILT
年龄: 14-15



所有人都需要睡觉, 成年人约有三分之一的时间在睡觉, 如果你越年轻, 你会睡得越多, 但这并不意味着儿童青少年会因为躺在床上花费太多时间而变得懒惰。事实上, 没有足够的睡眠通常会使人感到疲劳, 效率低下, 无法集中注意力。良好的睡眠可以帮助我们的身体恢复精力, 并在忙碌一天后为大脑提供一个“重启”的机会。在本文中, 我们将讨论为什么睡眠对于长期记忆的形成特别重要。在儿童和青少年时期, 我们学习、记忆和塑造大脑的能力是非凡的, 所以在这些阶段睡眠特别重要。本文中我们也将解释随着年龄的增长, 大脑和睡眠之间的联系, 以及为什么睡眠应该是学习计划中的重要内容。

当你离考试的日子越来越近时, 有时会觉得在这么短的时间里要学的东西太多了。既然需要学习, 为什么还要浪费时间在床上呢? 你可能会熬夜补习, 但是睡眠对你的身体和大脑都很重要, 让你保持健康、恢复能量, 在第二天依然精力充沛。睡眠为大脑 (根据你的需要和经历) 进行结构重塑和功能完善提供了机会, 不仅对大脑的一般发育很重要, 也对记忆的形成也有相当重要的作用。科学家已经证明, 大脑在睡眠时的活动有助于将新知识储存到记忆中, 并为新的学习做准备——这意味着与熬夜学习相比, 前一天睡个好觉会使第二天的学习效率更高。虽然这在整个生命进程中都很重要, 但在童年和青少年时期, 重塑大脑的能力和学习能力是格外重要的, 这段时期的睡眠也是如此。

神经元 (Neurons)

大脑中存储和传递信息的微小神经细胞。

快速眼动睡眠 (Rapid eye movement sleep, REM)

眼球快速运动、肌肉极度放松的睡眠阶段，常与生动的梦境联系在一起。

图 1

我们如何测量睡眠(左)用小型传感器测量神经元、眼球和肌肉的活动,显示为电脑屏幕上弯曲的线条(右)。在较浅的非快速眼动睡眠(粉色区域)中,可以检测到大脑活动中的睡眠纺锤波;在非快速眼动睡眠中的深度睡眠(也被称为慢波睡眠)中,下巴肌肉放松(线条变平),大脑活动的曲线变慢变大(慢波);在快速眼动睡眠期间(蓝色区域),肌肉活动是最低的,大脑活动变得更快,眼球开始出现快速的锯齿状运动。

睡眠纺锤波 (Sleep spindles)

大脑活动的短期增强,研究人员认为这有助于大脑不同部分之间的有效沟通。

慢波睡眠 (Slow-wave sleep)

非快速眼动睡眠的深度睡眠阶段,在此期间,大脑中的神经元表现出缓慢有节奏的活动(慢波),研究人员认为对持久记忆的储存很重要。

睡眠中的大脑并不总是在做同样的事情。一个良好的睡眠周期贯穿不同的睡眠阶段,由肌肉和眼球的运动以及大脑中微小神经细胞(称为**神经元**)的活动决定。科学家们可以通过在人睡觉时在眼睛旁边、下巴和头部放置微型传感器来测量这种活动(见图 1),有时这些活动非常迅速和混乱,就像大脑在清醒和忙碌时一样——这就是**快速眼动睡眠**(Rapid Eye Movement Sleep, REM)阶段的情况,在这个阶段眼球运动非常快,肌肉极度放松,会出现非常生动的梦境。其余的睡眠阶段统称为非快速眼动睡眠,在较浅的非快速眼动睡眠中,大脑活动的短脉冲被称为**睡眠纺锤波**(Sleep spindles)(见图 1)。在深度的非快速眼动睡眠中,大脑中的神经元表现出慢节奏的活动,类似于海洋中的巨浪(见图 1),被称为慢波,因此深度非快速眼动睡眠通常被称为**慢波睡眠**。睡眠纺锤波和慢波都是重塑大脑的“专家”,这意味着它们出现得越多,大脑就被塑造得越多。

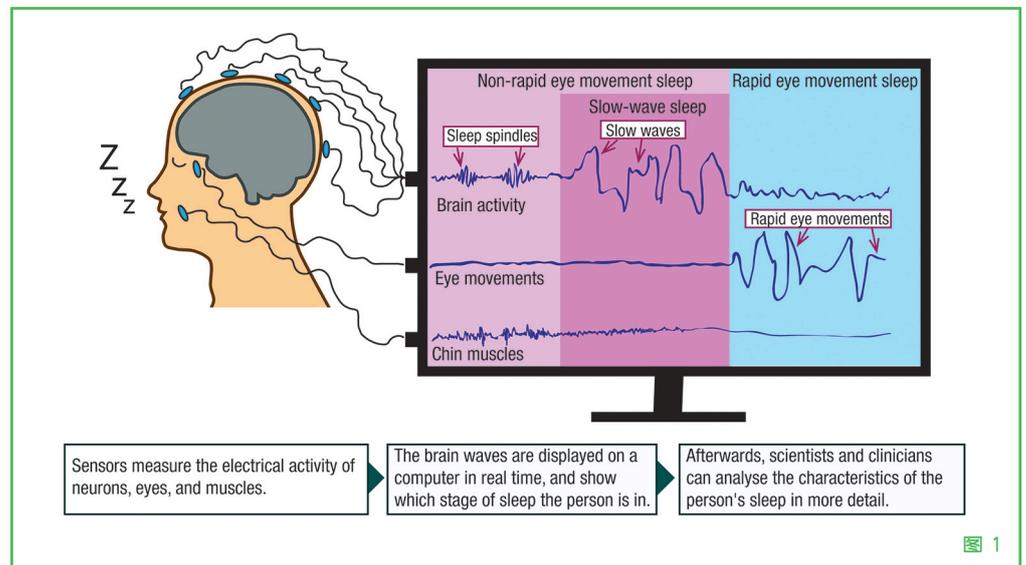


图 1

新生儿时期的睡眠时间比醒着时多,随着年龄的增长,我们开始睡得越来越少。在发育过程中,不仅睡眠时间会发生变化,更重要的是不同睡眠阶段之间的平衡也会发生变化。一般来说,随着年龄的增长,人的慢波睡眠越来越少,而浅的非快速眼动睡眠的比例却在增加(图 2)。科学家认为,睡眠中的这些变化可能告诉我们大脑重塑自身的潜力。

从婴儿期到青春期,大脑在处理你的日常需求和经历中发生了重大的重组和优化——脑细胞之间的新连接建立起来了;不需要的连接被删除了;经过重要神经元“轨道”的信息交流加快了。至关重要的是,当大脑的某个特定部分被优化时,这一区域的神经元在慢波睡眠中表现出更慢的节律性活动。

瑞士科学家记录了儿童和年轻人的睡眠,并测量了他们在某些任务上的表现 [2]。他们发现,在睡眠时各年龄段的志愿者们负责学习技能

图 2

一生中睡眠是如何变化的。人的年纪越大，花在睡觉上的时间就越少，快速眼动睡眠和非快速眼动睡眠之间的平衡在儿童时期发生了变化：随着儿童年龄的增长，处于深度非快速眼动睡眠也就是所谓的慢波睡眠的时间越来越少 [1]。

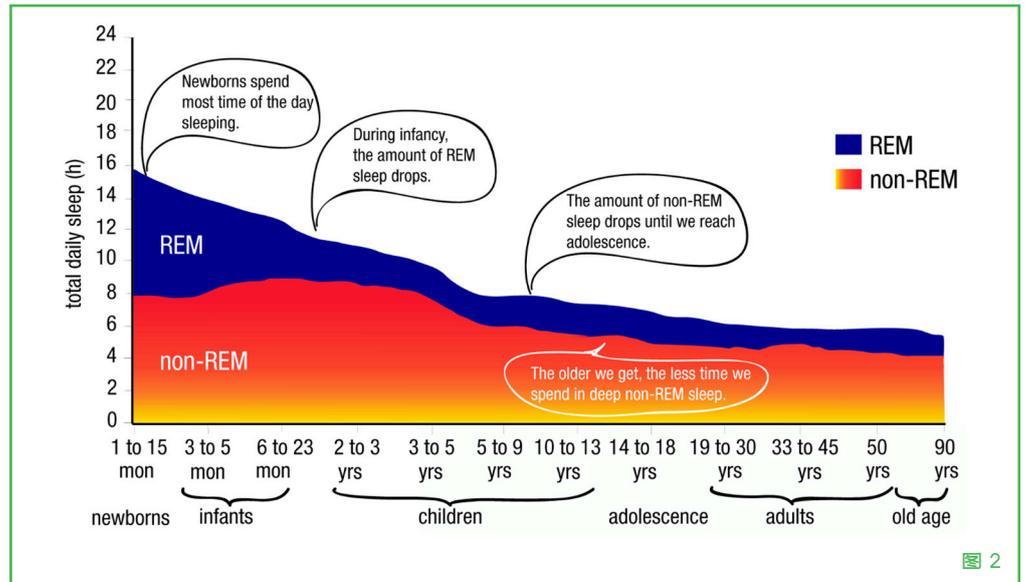


图 2

的大脑区域慢波最强，而一旦技能得到更好的发展，这些大脑区域的慢波就会减弱。例如，在童年后期，在孩子们非常擅长完成复杂的动作比如骑自行车时，也是大脑负责动作的区域中的慢波最强的时期。当参与者进入大脑扫描仪时，科学家们也看到了大脑结构的优化：大脑的外层，即新皮层区域更薄，这反映了为了更有效地执行任务，大脑进行了“微调”。慢波、技能和大脑结构之间的关系让研究人员认为，观察睡眠中的慢波可能有助于我们了解大脑是如何发育的。

慢波会随着大脑的成熟而减弱，与之不同的是，作为非快速眼动睡眠特征的睡眠纺锤波，在儿童和青少年时期数量更多、速度更快。一些科学家认为，儿童和青少年时期睡眠纺锤波的加速反映了大脑不同部分之间更快更有效的交流。在一项研究中，科学家们发现在 7 年的时间中，纺锤波数量增长最多的孩子在 14-18 岁时的一般智力测试中表现得更好 [3]。但是我们还不知道纺锤波是如何帮助大脑发育的，这是一个令人兴奋的领域，科学家们也在试图了解它。

睡眠的另一个重要作用——长期记忆的形成

通过观察睡眠，我们可以了解随着孩子长大和学会了新技能，大脑是如何变化的。然而，睡眠还有另一个重要的作用——帮助我们形成对新事物的长期记忆，比如在学校学到的知识。

许多实验表明，睡眠可以帮助我们记住学习到的新东西，一些研究甚至表明，不需要任何额外的学习，睡眠就可以提高记忆力。例如，约克大学的研究人员在早上和晚上分别教 7-12 岁的孩子学习新单词 [4]，12 小时后对这些孩子的记忆进行了测试，结果发现，那些在晚上学习然后睡觉的孩子比那些整天没睡觉的孩子记住的单词更多。事实上，他们能记住的单词比睡觉前能记住的还要多——这是为什么呢？

科学家认为，大脑有两种不同的学习系统，一种快，一种慢，就像寓言里的乌龟和野兔一样。你还记得这个故事吗，兔子在和乌龟的赛跑中跑得很快，它对自己的情况很满意，对胜利充满信心，于是在中途打了个盹，于是让缓慢而发挥稳定的乌龟赶上，因而输了比赛。大脑中的一个学习系统就像快速的野兔一样工作：帮助你在白天非常迅速地学习新信息，并让这些信息在记忆过程中中领先一步；然而第二种学习系统要慢得多，但也“聪明”得多，就像乌龟一样，小心翼翼地把新信息和我们已经知道的东西联系起来。这种较慢的学习系统在长期内会胜出，帮助我们在未来记住新信息，就像故事里说的那样，当给大脑一个睡觉的机会时，“乌龟”记忆系统就会接管一切。

研究表明，大脑深处的**海马体**在学习过程中处于领先地位，就像动作迅速的兔子；而大脑的外层（新皮层）就像动作缓慢的乌龟（见图 3）。在慢波睡眠中，海马快速重复白天学到的信息，并将信息传达给学习进度缓慢的大脑皮层。许多科学家认为，大脑在海马体中执行一系列特定的慢波、睡眠纺锤波以及快波的序列，使得两个学习系统能够相互交流，这种交流加强了脆弱的长期记忆，并将它们与已经储存在**新大脑皮层**中的旧知识联系起来 [5]。比利时的科学家发现，这种增强记忆的过程甚至可以在午睡时发生 [6]，他们教 8-12 岁的孩子一些人造物体的“神奇”作用（例如一个物体能看穿门，另一个物体能阻止雨），然后测试他们对这些关联的记忆，同时测量大脑活动——在学习之后，海马体立即对学习到的含义做出反应；之后他们安排一半的孩子小睡 90 分钟，而另一半需要保持清醒，在第二次记忆测试中，只有睡过觉的孩子在回忆含义时，大脑皮层的活动更活跃。因此，即使在短暂的小睡之后，缓慢的“乌龟”系统也能赢得记忆比赛。

海马体 (Hippocampus)

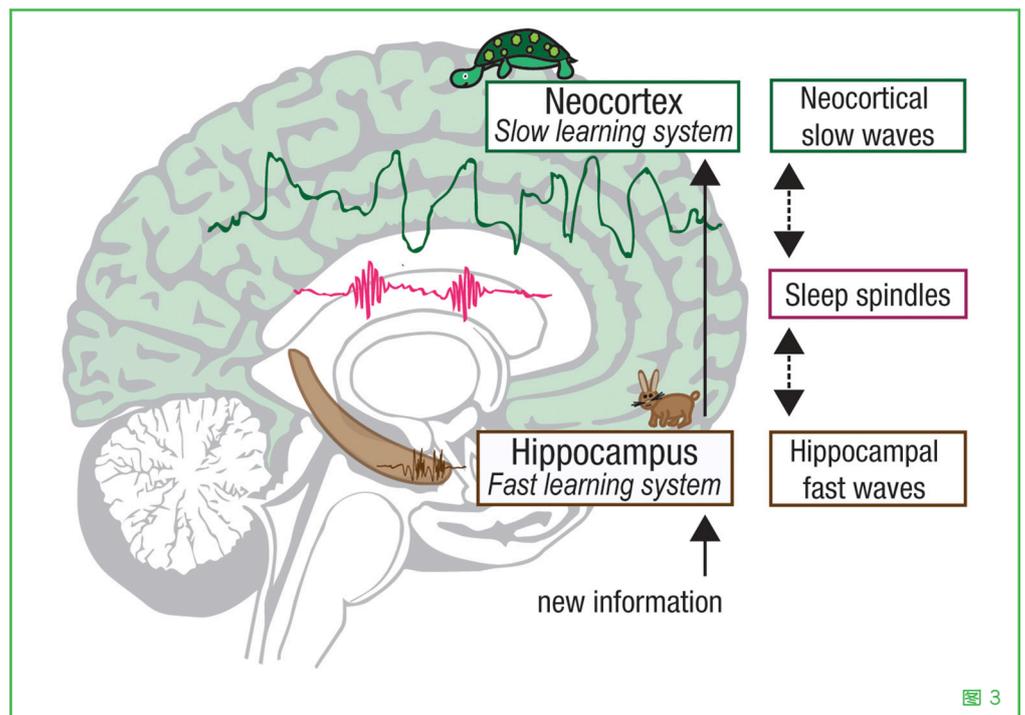
是大脑深处的结构，有助于快速学习新信息。

新大脑皮层 (Neocortex)

是用于长期存储知识的大脑外层。

图 3

慢波睡眠如何帮助记忆存储为了确保这些新记忆安全地储存在大脑中，海马体在睡眠时将记忆传递给“缓慢学习”的新大脑皮层，即大脑的外层（绿色）；通过执行一系列慢波（绿线）、睡眠纺锤波（粉红色线）和快波（棕色线），两个区域相互交流，使新信息得到加强，并与已经存在的旧知识相联系。



现在你知道了，睡觉绝对不是浪费时间！相反，睡眠记忆变得尽可能的美好和持久。睡眠对你大脑进行的重塑是至关重要的，它还有助于我们记住学到的所有新知识。从长远来看，睡眠充足的孩子在学校表现更好，甚至在考试中比那些熬夜学习的孩子表现更好 [7]。所以，一定要让睡眠成为你学习计划表上的重要内容，在睡着后给你的大脑安排一些重要的工作吧！

致谢

我们衷心感谢翻译了这个系列文章的人，他们让非英语国家的青少年也能阅读这篇文章。同时也感谢 Jacobs Foundation 为翻译这些文章所提供的必要资金。对于这篇文章，我们要特别感谢 Nikki Lee 在荷兰语翻译方面的贡献。Emma James 得到了 ESRC 奖学金 ES/T007524/1 的支持。Beate E. Muehlroth 和 Ann-Kathrin Joechner 得到了位于德国柏林的马克斯·普朗克人类发展研究所生命心理学中心“生命期记忆与认知的节律 (Lifespan Rhythms of Memory and Cognition, RHYME)”项目的支持。Ann-Kathrin Joechner 是国际马克斯·普朗克生活历程研究学校 (LIFE; <https://www.imprs-life.mpg.de/en>) 的奖学金者。

感谢脑与心智毕生发展研究中心、发展人口神经科学研究中心对本文中文翻译的贡献。感谢张青对本文中文翻译的贡献；感谢范雪如对本文中文编辑的贡献；感谢左西年对本文中文审校的贡献。

参考文献

1. Roffwarg, H. P., Muzio J. N., and Dement W. C. 1966. Ontogenetic development of the human sleep-dream cycle. *Science* 152:608.
2. Kurth, S., Ringli, M., LeBourgeois, M. K., Geiger, A., Buchmann, A., Jenni, O. G., et al. 2012. Mapping the electrophysiological marker of sleep depth reveals skill maturation in children and adolescents. *Neuroimage* 63:959–65.
3. Hahn, M., Joechner, A.-K., Roell, J., Schabus, M., Heib, D. P., Gruber, G., et al. 2019. Developmental changes of sleep spindles and their impact on sleep-dependent memory consolidation and general cognitive abilities: a longitudinal approach. *Dev. Sci.* 22:e12706.
4. Henderson, L. M., Weighall, A. R., Brown, H., and Gaskell, M. G. 2012. Consolidation of vocabulary is associated with sleep in children. *Dev. Sci.* 15:674–87.
5. Wilhelm, I., Prehn-Kristensen, A., and Born, J. 2012. Sleep-dependent memory consolidation—what can be learnt from children? *Neurosci. Biobehav. Rev.* 36:1718–28.
6. Urbain, C., De Tiège, X., De Beeck, M. O., Bourguignon, M., Wens, V., Verheulpen, D., et al. 2016. Sleep in children triggers rapid reorganization of memory-related brain processes. *Neuroimage* 134:213–22.
7. Gillen-O'Neel, C., Huynh, V. W., and Fuligni, A. J. 2013. To study or to sleep? The academic costs of extra studying at the expense of sleep. *Child Dev.* 84:133–42.

线上发布: 2023 年 12 月 29 日

编辑: [Nienke Van Atteveldt](#)

科学导师: [Menton M. Deweese](#) 和 [Crystal Miller](#)

引用: James E, Joechner A-K 和 Muehlroth BE (2023) 睡眠应是学习计划中的重要内容. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2020.00051-zh

英文原文: James E, Joechner A-K and Muehlroth BE (2020) From ZZZs to AAAs: Why Sleep Is an Important Part of Your Study Schedule. *Front. Young Minds* 8:51. doi: 10.3389/frym.2020.00051

利益冲突声明: 作者声明, 该研究是在没有任何可能被解释为潜在利益冲突的商业或财务关系的情况下进行的。

版权 © 2020 © 2023 James, Joechner 和 Muehlroth. 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, 及在标明本刊为原始出处的前提下, 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



HATHAWAY BROWN SCHOOL, 年龄: 14 - 15

我们是来自 Hathaway Brown 学校的科学研究与工程项目的学生。我们喜欢从同行评审过程中学习, 同时学习如何向不同的受众传递科学信息, 并提供我们的建议。我们的科学导师 Crystal Miller 对我们的帮助很大。



THE SCHOOL FOR SCIENCE AND MATH AT VANDERBILT, 年龄: 14 - 15

我们是来自纳什维尔各地的一个班级。我们每周在范德堡大学聚在一起, 了解更多关于科学、技术、工程和数学的知识。我们会在教室和校园实验室里做实验!

作者



EMMA JAMES

在接近学校考试的时候, 我会坚决向父母保证我还没有学习足够的知识, 不能早早上床睡觉。我不愿承认, 但我的研究告诉我, 我的父母是对的: 我对睡眠对记忆的作用感到惊讶。我特别感兴趣的是睡眠如何帮助我们学习新词, 以及为何有些孩子在这方面的学习比其他孩子更困难。我在英国约克大学工作, 但也在布里斯托、牛津、兰卡斯特、伦敦和美国生活过。在业余时间, 我喜欢跑步、做饭和弹钢琴。*emma.james@york.ac.uk



ANN-KATHRIN JOECHNER

我爱睡觉——不仅因为我个人喜欢睡觉, 也因为我对大脑在我们无意识的时间里是多么活跃感到惊叹。自从我在大学读书时, 我就对睡眠如何帮助大脑重塑, 从而保留新的记忆产生了浓厚的兴趣, 并一直试图理解它。由于童年是大脑和认知发生巨大变化的时期, 我对睡眠在整个童年期间是如何帮助记忆的, 这和大脑的发展有什么关系尤其感兴趣。*joechner@mpib-berlin.mpg.de



BEATE E. MUEHLROTH

在我 6 岁的时候,我可以在配对游戏中击败我的父母。当然,那时我并不知道孩子的大脑有多特殊。在我的研究中,我想了解当我们在学习和记忆的时候,大脑在做什么,以及睡眠是如何助力于这些任务的。大部分时间,我都在试图理解糟糕的睡眠——比如我们可能在祖父母身上观察到的——是否能够解释为什么老年人会忘记更多一天中所经历的事情。*beatemuehlroth@gmail.com