

摇着睡更聪明！4秒一个来回的横向晃动促进睡眠

不久前，奇点糕刚介绍了睡眠不足和睡眠频繁被打断的人全身动脉粥样硬化斑块形成的风险会骤增21%和34%，以及其中的机制。这下，本来睡眠就不好的奇点糕，被吓得更睡不着了。

目前，对失眠的治疗主要心理治疗和药物干预等。但其实，如果让床以一个合适的频率和幅度晃起来，就像小宝宝睡的摇篮一样，或许就能显著改善睡眠。

近日，日内瓦大学的 Aurore Perrault 和 Laurence Bayer 等研究发现，4秒一个来回(0.25Hz)的横向晃动促进睡眠。在晃动下，人们入睡更快，睡眠质量更高，更不容易惊醒，甚至还能增强记忆。同时，洛桑大学的 Konstantinos Kompotis 和 Paul Franken 等用小鼠试验证明，晃动对睡眠的作用依赖于前庭中感受直线运动的耳石。相关研究均发表在 Current Biology 上 [1,2]。

睡眠中的人，看似一动不动，对外界刺激也看起来几乎没有反应。但其实，即使在睡眠中，我们的感觉器官也并没有休息，巨大的爆炸声可能会把睡梦中的人惊醒，而淅淅沥沥的雨声却会让很多人睡得更香。

对于小宝宝，摇晃也是一种常用用来促进睡眠的外界刺激。宝宝哭闹时，很多妈妈都会把宝宝抱起

来，走动，摇晃，哄宝宝睡觉。无论古今中外，也都产生了摇篮这么一种婴儿专用的卧具。

而对于成年人，一个更大些的“摇篮”或许也能改善睡眠。Laurence Bayer 等此前的研究就发现，在白天45分钟的小睡中，0.25Hz的横向晃动，能缩短成年人的睡眠潜伏期，增加非快速眼动睡眠(NREM)的时间，睡得更香，还能增强睡眠纺锤波，睡得更安稳[3]。

这回，Laurence Bayer 的研究团队，进一步研究了摇晃对夜间睡眠的影响。他们招募了18名健康的青年人，平均年龄23.4岁，其中有8名男性和10名女性。这些志愿者均没有睡眠障碍，每天规律睡眠。

研究人员让他们先在试验用的床上睡一晚，以适应试验中的睡眠环境。之后在两个试验夜晚，分别让床静止或以0.25Hz的频率横向晃动(最大位移10.5cm)，并进行多导联睡眠描记(包括脑电、眼电、肌电、心电和呼吸)。此外，研究人员还在睡前和起床后，分别对志愿者的反应速度和记忆准确性进行了测试。

人类的睡眠可以分为快速眼动睡眠(REM)和非快速眼动睡眠(NREM)两个阶段，其中非快速眼动睡眠又可进一步按脑电波不同分为N1、N2和N3三个子阶段。通

常认为N1和N2阶段是浅睡眠，N3阶段是深睡眠，而各种美梦噩梦春梦，则都发生在快速眼动睡眠阶段。

在一夜正常的睡眠中，入睡后首先是逐渐加深的非快速眼动睡眠，进入N3后再经N2过渡到快速眼动睡眠，如此反复循环。通常前半夜深睡眠的N3较多，而到了后半夜，N3逐渐减少，而做梦的快速眼动睡眠逐渐增多。

正常睡眠过程

多导联睡眠描记显示，晃动的床让志愿者的睡眠潜伏期缩短，入睡更快。主要是非快速眼动睡眠中的N2期缩短了。整夜上看，代表深睡眠的N3期，在晃动中增加了5%，而浅睡眠的N1和N2期共减少了3.6%。

此外，在晃动的床上睡眠时，志愿者N3期中的睡眠纺锤波明显增多了。睡眠纺锤波是丘脑产生的一种12Hz左右的脑电波，具有屏蔽外界刺激对睡眠干扰的作用[4]。试验中也确实发现，在晃动的床上睡觉时，志愿者N3期中的唤醒密度比睡在静止的床上时低了60%。

睡眠纺锤波还有增强陈述性记忆的作用[5]。研究人员通过一个单词配对学习任务，测试了睡眠中的晃动对志愿者记忆准确性的



影响。结果发现，相比睡在静止的床上，睡在晃动的床上后，记忆的准确性明显提高了。或许考前复习的时候，让床晃起来能有不错的效果。

不过对于反应速度，睡在静止的床上还是睡在晃动的床上，差异并不明显。

在 Paul Franken 等的小鼠试验中，研究人员发现1.0Hz的晃动下，小鼠入睡更快，睡眠中NREM的比例增加，与人类相似。但如果晃动的频率过大，达到1.5Hz，虽说NREM睡眠时间增加的更多，但其间正常的脑电活动却受到抑制，REM睡眠的时间也缩短了。过快的

晃动干扰了小鼠的睡眠。

而在耳石缺陷，不能感受线加速度的小鼠中，晃动对小鼠睡眠的影响却消失了。虽说此前很多人都认为前庭中的耳石介导了晃动对睡眠的影响，但这是首次在动物模型中直接证明了耳石的这一作用。

接下来，Franken 计划进一步研究耳石受到晃动刺激后，是如何影响睡眠的：“目前的工具，如光遗传学，可以帮助我们破译哪些结构，甚至神经元群体，接受来自耳石器官的刺激，并进一步影响睡眠。这将有助于我们应对失眠等睡眠障碍。”

突破生命法则极限！它会是外星生命的遗传密码？



生命个体可以说是一个复杂而庞大的化学系统，为了维持生命的延续生命也在不断自我演化。而演化的基础就是DNA了，DNA用4个碱基的排列组合完整地保存着遗传信息，并利用RNA至蛋白的方法进行解码，构筑起整个生命体的基础结构。这种DNA的4碱基模式被认为是生命的基本存在形式，但是DNA只有4种碱基才能存在吗？Science上的最新文章给出了答案：8种碱基的DNA也能存在。

哈佛大学带头的科学团队报道了一种全新的DNA，它不是由4种碱基构成，而是8种。当然这种全新的DNA不是自然界产生的，而是由科学家合成出来的，其被称作 hachimoji DNA (在日语中 hachi 代表8, moji 代表符号)。这种8碱基的DNA可以正常支持生命体的活动，就像4碱基DNA一样。其结构也能按照预期进行碱基配对，并转录成RNA并指导蛋白质合成。

在生物学的研究中，最关键也离不开的就是遗传信息，无论是储存、传递还是演化，都影响着包括人类在内的所有生命体的生存。现代生物学已经发现遗传信息的

载体就是DNA，双螺旋的结构上连接着同样大小的脱氧核糖核苷酸碱基，两条链相对应的碱基用氢键紧密结合。

物理学家薛定谔认为，这种稳定的DNA结构得益于碱基大小刚好合适，可以让其构建成“非周期性晶体”(Aperiodic Crystal)。一般常见物质都是由周期性晶体构成，组合出来的是一个没有生命现象的物理世界，如同马赛克地板，虽然好看却没有生气；而非周期性晶体(好似不规则凸多面体)可以组成千姿百态的生命体世界，出现生命现象。

薛定谔认为非周期性晶体保证了DNA分子信息的储存能力和无误的信息破解能力，并且它保证了DNA序列上碱基出现变化时不会直接对整个DNA结构产生破坏性的影响。南加州大学的分子生物学家 Myron F. Goodman 在上世纪末就已经证明，氢键并不是必需的。而碱基的大小统一非常重要。这让科学家开始创造碱基类似物，并将其混入到双螺旋、体外核酸链以及活细胞中。7年前，科学家就已经把基因编码碱基从4种提升至6种。

第二代6碱基DNA

我们的高中都学过，DNA就是4个碱基A、T、G、C(腺嘌呤、胸腺嘧啶、鸟嘌呤、胞嘧啶)组成的。在65年前，沃森和克里克发现DNA双螺旋后就随后证实，它们按照A-T、G-C的两种方式组合。2012年，美国克利夫斯研究所的合成生物学家 Floyd E. Romesberg 就创造出了第三对DNA碱基组合，它称其为5SICS-NaM。他检测了在这对新碱基加入后DNA的效率和保真性，发现能达到99.9%。

这也打开了DNA碱基合成生物学的大门，时隔2年，Romesberg 就将这个6碱基系统导入了大肠杆菌中。意外地是，细菌对这种外来的新碱基并不排斥，相反它们还将其当做DNA组件，完成了双螺旋构建。为了简化碱基的名称，Romesberg 将其定义为X-Y碱基，其表示，尽管只多了两个碱基，细胞可以合成的氨基酸数目就将20种变成172种。

第三代8碱基DNA

在当年Romesberg的6碱基系统释出时，Steven A. Benner 称赞

其这是“巨大的成就”，“更新了自然的规则”。6个碱基的系统，在利用氢键进行双链连接后，DNA同样可以完整地复制，并且能够完成生物学的基础PCR实验。这激发了Benner极大兴趣，他提出了一个问题，DNA双螺旋的分子极限在哪里？变成8个碱基后是不是还能维持薛定谔的非周期性晶体结构？

5年后，Benner与多个单位合作给出了答案。他开发出了8碱基系统，他将新增的碱基命名为Z-P和S-B碱基，它们与天然的碱基一样可以进行一一对应，并利用氢键结合。来自印第安纳大学医学院的研究团队展示了8碱基DNA的晶体结构，“新的DNA晶体结构完整，保持了正确的碱基配对，同时没有丢失天然DNA的关键性特征。”Millie Georgiadis 表示。

来自得克萨斯州大学奥斯汀分校的 Andrew Ellington 制造了一种转录酶，成功地将 hachimoji DNA 转录成了RNA。在地球上，在演化的初期遗传信息都是以RNA形式储存，这一过程中生物也不断地修饰RNA组成的碱基，来让RNA完成一些催化功能。在有了4个碱基的组合后，地球生命选择了利用RNA合成蛋白质来完成大部分细胞功能，而转向更稳定的DNA进行遗传信息储存。

人造的外星生命？

Ellington 回答了一个非常有意思的问题，那就是其他星球上是否能合成8碱基的DNA？他给我们构造了一个全新的世界，在这个世界中生命体有了4个碱基后并没有转向蛋白质，而是继续进行修饰更新，最后产生了更多的可用碱基。Ellington 说，“我认为8碱基DNA系统不可能凭空在细菌里自我组装出现，而是DNA-RNA-蛋白质这一中心过程共同完成合作进化而

来，其他星球的生命是可能完成这项工作的。”

在去年，NASA 就曾投入大量资金资助相关科学家找寻外星生命，在搜寻了木卫二、火星、土卫六都无果后，Benner 就提出，外星生命更有可能出现在地球的实验室。“目前来说，hachimoji DNA 还不能说是外星生命，”Benner 解释道，“因为生命系统应该能完成自我延续。”而现在 hachimoji DNA 系统还需要人为地添加碱基和蛋白质维持功能。离开实验室，hachimoji DNA 也是无法生存的。

现在 Benner 也尝试利用它对一些其他分子进行追踪和绑定，可以明确地是，hachimoji DNA 能够在培养皿中自动追踪和结合到肝癌细胞和乳腺癌细胞上。下一步，Benner 正计划将其改造成“癌细胞猎手”，专门搜寻癌组织和病毒。

8碱基系统并不是 Benner 最终的目标，他目前还在规划一对新组合K-X碱基，他想朝着10碱基系统迈进。碱基越多，就意味着密码子的组合更多，这也能成为计算机信息储存提供新方向。DNA可以储存多少信息，hachimoji DNA 就能储存2倍的信息量。Ellington 认为这或许能成为“密码基因组学”的开端。“更多的碱基组合意味着你能完成更大，更好，更稳定的数据库。”

新技术出现后总是无法避免公众的质疑，多碱基系统同样如此，总会有公众担心科学家是不是又创造了毁灭地球的怪物。Benner 认为这是夸大其词，hachimoji DNA 离开实验室后并不会有何作为，更不会吃掉你家养的小孩。但是其对生物医学贡献的潜力不容小觑，从目前的表现来看，hachimoji DNA 很有可能成为监测疾病和病毒的新型药物，因此不但不会对你的小孩有威胁，反倒在未来可能成为保护他们的新工具。