

---

# Science：重磅！发现控制大脑可塑性的基本规则

作者：writer 来源：本站

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/1023.html>

*本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！*

2018年6月29日讯，我们的大脑具有很高的灵活性或可塑性，这是因为神经元能够通过与其他神经元建立新的或更强的连接来做新的事情。但是，如果一些连接得到强化，那么神经科学家们就会推理神经元必须进行相应地抵消，以免它们接收到过多的输入信号。

在一项新的科学研究中，来自美国麻省理工学院皮考尔学习与记忆研究所的研究人员首次证实了这种平衡是如何实现的：当一个被称为突触的连接得到强化时，紧邻的突触基于一种至关重要的被称作Arc的蛋白的作用而发生减弱。相关研究结果发表在2018年6月22日的Science期刊上，论文标题为Locally coordinated synaptic plasticity of visual cortex neurons in vivo。论文通信作者为皮考尔学习与记忆研究所神经科学教授Mriganka Sur。论文第一作者为Sur实验室博士后研究员Sami El-Boustani 和Jacque Pak Kan Ip。

Sur说，他很高兴，但并不感到吃惊的是，他的团队在诸如大脑这样的复杂系统的核心中发现了一种简单的基本规则，在那里1000亿个神经元中的每一个都有上千个不断发生变化的突触。

Sur说，复杂系统的集体行为总是有简单的规则。当一个突触的强度增加时，通过一种明确的分子机制，在它的50微米内的其他突触的强度会下降。

他说，这一发现解释了神经元中的突触强化和减弱如何结合在一起导致大脑可塑性产生。多次操纵 尽管这项研究发现的规则是比较简单的，但是揭示出这一点的实验并不会如此简单。当他们诱导小鼠视觉皮层可塑性，随后追踪突触如何发生变化时，他们完成了多项第一。

在一个关键的实验中，这些研究人员通过改变神经元的感受域(receptive field)---神经元作出反应的视野区域---来诱导可塑性。神经元通过位于它们的分枝样树突的小棘表面上的突触接受输入。为了改变一个神经元的感受域，他们在屏幕上给小鼠显示了与这个神经元的初始感受域不同的靶区域，随后密切地监测它的突触发生的变化，他们精确地找到了与这个神经元相关的树突棘。每当这个靶区域处于他们想要诱导的新的感受域位置时，他们通过在小鼠视觉皮层内闪现蓝光来加强这个神经元的反应，就像另一个神经元那样触发额外的活性。这个神经元已经基因改造，能够被闪现的蓝光激活，这种技术被称为光遗传学(optogenetics)。

这些研究人员一遍又一遍地做了这个实验。由于光刺激与小鼠视觉的这个新位置中的靶区域的每次出现相关联，这导致这个神经元增强了树突棘上的特定突触，从而编码新的感受域。El-Boustani说，我们能够重编程完整大脑中的单个神经元并在活体组织中见证允许这些细胞通过突触可塑性整合新功能的分子机制的多样性，我认为这是相当了不起的。

随着编码新的感受域的突触在增加，这些研究人员能够在双光子显微镜下观察到附近的突触在缩

---

小。在缺乏光刺激的实验性对照神经元中，他们并没有观察到这些变化。随后这些研究人员进一步证实了他们的发现。鉴于突触是非常小的，它们接近于光学显微镜的分辨率极限。因此，在这些实验之后，他们仔细分析了含有受到操纵的神经元和对照神经元的树突的脑组织，并将它们运送到瑞士洛桑联邦理工学院的作者那里。他们进行了专门的更高分辨率的三维电子显微镜成像，证实了在双光子显微镜下观察到的结构差异是有效的。Suri说，这是在体内成像后重建的最长树突长度。

当然，利用蓝光闪现重编程小鼠中的经过基因改造的神经元是一种不自然的操纵，因此这些研究人员开展了另一个更经典的单眼剥夺(monocular deprivation)实验，在这个实验中，他们暂时地闭合了小鼠的一只眼睛。当发生这种情况时，与这只闭合的眼睛相关的神经元中的突触发生减弱，而与另一只仍然打开的眼睛相关的突触发生强化。随后，当他们重新打开这只之前闭合的眼睛时，这些突触再次重新排列。他们也跟踪了这一行动，并且观察到随着突触发生强化，它们邻近的突触发生减弱以作为补偿。破解Arc的奥秘 在观察到这种新规则发挥作用后，这些研究人员仍然渴望了解神经元如何遵守它。他们使用一种化学标签来观察突触中的关键性的AMPA受体如何发生变化，并观察到突触扩大和强化与更多的AMPA受体表达相关，而突触缩小和减弱与更少的AMPA受体表达相关。

蛋白Arc调节AMPA受体表达，因此这些研究人员意识到他们必须追踪Arc才能完全理解发生了什么。Suri说，问题在于，从来没有人是在活着的动物的大脑中做到这一点。利用这种化学标签，这些研究人员能够观察到发生强化的突触被发生减弱的富含Arc表达的突触包围着。Arc水平下降的突触能够表达更多的AMPA受体，而相邻树突棘中的Arc水平增加导致这些突触表达更少的AMPA受体。

Ip说，我们认为Arc保持了突触资源的平衡。这是Arc的主要作用。Suri说，因此这项研究解决了Arc的谜团：之前没有人理解为什么Arc似乎在经历突触可塑性的树突中上调，即使它起到削弱突触的作用，但是如今答案是清楚的。突触强化会增加Arc表达从而让它们邻近的突触削弱。Suri补充道，这种规则有助于解释学习和记忆如何可能在单个神经元水平上发挥作用，这是因为它显示了神经元如何适应对另一个神经元的重复模拟。

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发