
鸟、龟和猴的大脑有何区别？研究揭示演化之谜

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/33251.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！

鸟、龟和猴的大脑有何区别？研究揭示演化之谜。当人们提到高智商动物时，通常会想到猴子、猩猩、海豚等。但你知道吗，鸽子或麻雀等鸟类，其实也展现出了媲美灵长类的工具使用和社会认知能力。但最新的科学研究显示，鸟类、哺乳类甚至龟类的大脑在过去3.2亿年里，经历了一场精彩的演化历程，走出了截然不同但又殊途同归的智慧发展之路。

5月13日，华大生命科学研究院联合中国科学院深圳先进技术研究院、郑州大学生命科学学院、中国科学院脑科学与智能技术卓越中心等机构的最新研究发表于《发育细胞》，共同揭开了这场跨越3.2亿年的大脑神经元演化之谜。

动物如何适应陆空环境？脑子是关键

3.2亿年前，当脊椎动物第一次离开水域来到陆地生活时，它们面对的是全新的挑战：如何在陆地的复杂环境中导航、觅食、避险？鸟类更是需要适应长时间飞行迁徙的特殊生活方式，这些问题迫使动物大脑加速进化。哺乳类发展出了六层新皮层作为高级认知的结构基础，而鸟类虽然没有类似结构，却通过更密集的神经元和特殊的核团组织，拥有了与灵长类相似的工具使用和社会认知能力。

那么，基因组如何通过分子层面的影响，在迥异的解剖结构下演化出相似的复杂功能？

在该研究中，研究团队利用华大自主研发的超高通量测序平台DNBSEQ-T10、单细胞测序平台DNBelab C4和时空组学技术Stereo-seq，对中华软壳龟、斑胸草雀、鸽子的端脑和小脑进行测序分析，并与已公开的小鼠、猕猴全脑图谱数据进行整合，共构建了羊膜类五个代表物种共130万个细胞的跨物种单细胞图谱。该图谱首次通过多组学结合角度系统揭示了爬行类、鸟类与哺乳类大脑细胞类型的保守性与多样性演化规律。

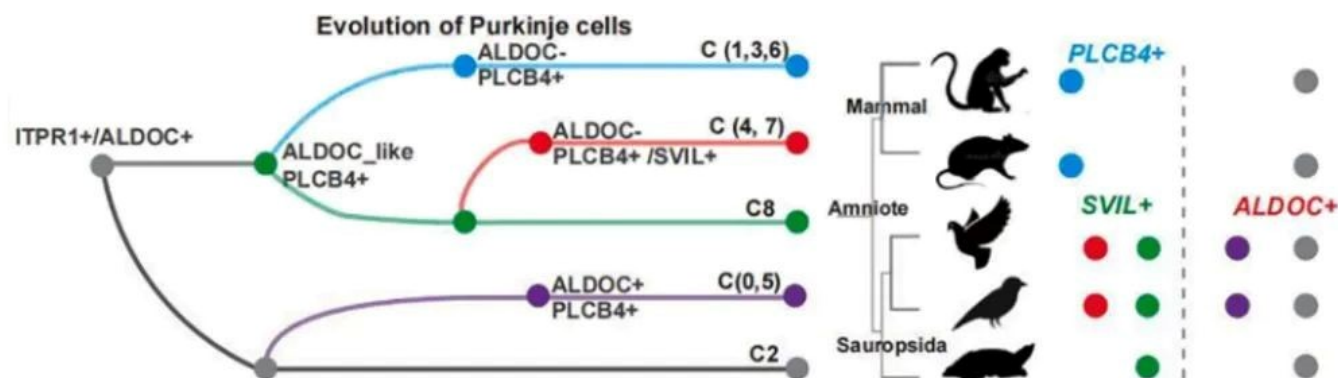
研究发现，鸟类与哺乳类在端脑兴奋性神经元中呈现出显著的基因表达差异。鸟类的兴奋性神经元在全脑范围普遍表达SLC17A6基因，而哺乳类新皮层神经元特异性表达它的同源基因SLC17A7，其他脑区则保留SLC17A6的表达，龟类大脑大部分区域则同时表达这两个基因。

以上结果暗示SLC17A7可能在鸟类演化过程中发生功能丢失。进一步分析表明，SLC17A6/7两个同源基因编码的跨膜蛋白在关键结构域存在微小突变，可能导致蛋白跨膜构象差异，这一发现为解释鸟类高密度神经元中，谷氨酸递质释放的特异性提供了线索。

大脑细胞多样性的基因工具箱

鸟类的小脑占全脑的比例较高，细胞类型的复杂程度也相对较高，这一现象长期被认为与飞行适应有关。研究团队首次在鸟类小脑中鉴定出SVIL+浦肯野细胞亚型，与哺乳类的ALDOC+和PLCB4+亚型的基因表达不同，该亚型富集与学习记忆和昼夜节律调控相关的通路基因，提示鸟类小脑可能通过基因演化逐步适应飞行等行为。

那么，这些大脑细胞类型的差异是如何产生的呢？研究团队创新地将基因家族序列的演化史和单细胞类群的表达情况结合起来分析，他们发现，有20%至35%在不同物种间表现各异的神经元基因，可以追溯到羊膜动物（包括爬行动物、鸟类和哺乳类等）祖先时期发生的一些基因复制粘贴事件（基因家族扩增与复制）。



研究人员推断的小脑浦肯野细胞亚型演化模式。研究团队供图

?

这就像是在漫长的进化过程中，动物的‘基因工具箱’不断扩充。虽然一些负责总体规划的‘设计师基因’（转录因子）在不同物种间高度保守，保持着细胞大类的功能稳定，但另一些基因则在各自的进化道路上被‘精心打磨’（经历正选择等），从而表现出显著的个性化特征。论文共同第一作者、华大生命科学研究院副研究员陈铎元介绍，正是这种转录因子保守调控框架+物种特异性基因分化的双轨演化机制，驱动了不同动物大脑细胞类型的多样化发展。

该研究聚焦脑演化方向，通过跨物种单细胞与空间多组学整合分析，首次在时空维度解析了羊膜动物脑细胞类型的演化轨迹。团队优化开发的熵优化单细胞图谱比对模型，突破了远缘物种细胞类型映射的技术瓶颈，精准识别了爬行类、鸟类与哺乳类间的同源和分化的细胞亚型。

该研究不仅为揭示大脑复杂功能的演化起源提供了分子基础，构建的从分子到细胞再到结构的时空法则研究范式，更可延伸至全生命树尺度，解析不同演化节点物种的脑结构和功能机制，将能系统重构从原始神经结构到高等认知中枢的复杂性起源，为揭示生命智慧涌现的底层规律建立全新研究方向。论文共同通讯作者、华大生命科学研究院研究员刘石平表示。

据了解，该研究的相关数据已开放共享，科学家们可以通过共享平台深度挖掘脑演化规律。（来源：中国科学报 刁雯蕙）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.devcel.2025.04.014>

作者：刘石平等 来源：《发育细胞》

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](http://www.iikx.com)转发