
猕猴后扣带回区神经元对自身运动感知的编码研究 获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/13422.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！

4月8日，[eLife](#)

在线发表了题为《猕猴后扣带回区前庭信号编码自身运动感知》的研究论文，该研究由中国科学院脑科学与智能技术卓越创新中心（神经科学研究所）、上海脑科学与类脑研究中心、中科院灵长类神经生物学重点实验室空间感知研究组发表。研究利用虚拟现实系统，结合清醒猕猴胞外电生理技术探究了位于猕猴大脑后扣带回区域的神经元对基于自身运动感知的自身信息的编码，发现该区域中的后扣带回皮层亚区携带有明确时空调谐性质的前庭信号，并通过三维时空动态模型对自身运动中的不同时间成分进行有效分离，对该区域所携带前庭信息的时间和空间调制进行了动态分析。

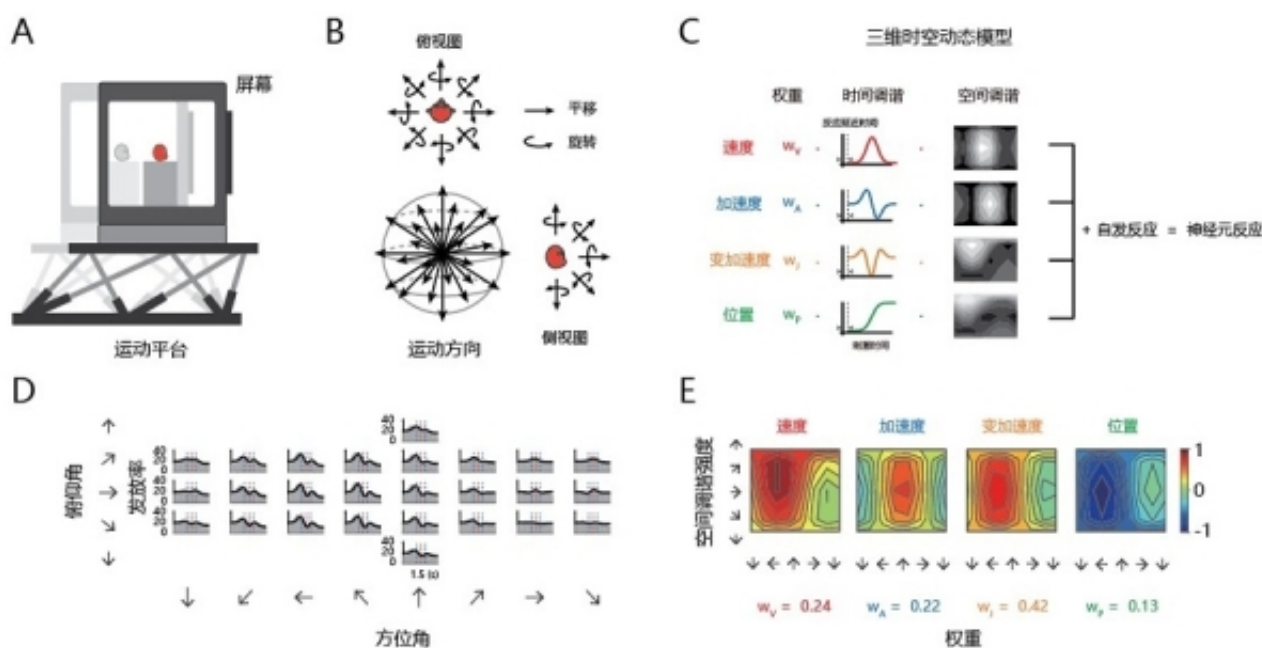
在生物体进行空间探索活动时，常见的策略是基于路标导航（Landmark-based navigation）和基于向量导航（Vector-based navigation）两种方式。其中，在缺乏有效的外界路标或路标过于模糊时，生物体主要依赖后者（又称路径积分，path integration）对空间进行导航，此时，基于自身运动的前庭信息和基于光流（Optic flow）的视觉信息均在其中扮演重要角色。海马区域作为动物大脑中的导航系统，在路径积分这种空间导航方式中发挥关键作用。然而，目前尚未了解海马如何利用外界的自身运动信息对路径积分进行编码的。在之前的研究中，科研人员曾在猕猴大脑新皮层的多个感觉脑区（主要位于颞叶和顶叶）发现了对前庭信息和光流视觉信息的编码，但是这些区域与海马系统并无直接的结构性联系。

此前的研究表明，位于胼胝体上方的后扣带回区域在结构连接上正处于编码了自身运动相关信息的感觉皮层和海马系统的中间地带，因此，为寻找自身运动信息向海马路径积分导航系统传递过程中起到桥梁作用的脑区，顾勇组研究人员通过一个成熟的虚拟现实系统，利用六自由度运动平台，在三维空间中给出几乎均匀分布的26个不同方向的运动刺激和利用光流模拟的视觉运动刺激，探索了在结构上处于中间地位的后扣带回区域神经元对自身运动信息的编码。生物体的前庭系统由耳石器和半规管两部分组成，其中前者主要编码线性加速度（平移信号），后者编码旋转运动。为探究神经元对二者编码的异同，运动刺激分别在平移和旋转两种条件下给出。研究人员通过胞外电生理记录的手段，在猕猴的两个不同亚区——后扣带回皮层和压后皮层分别进行记录，发现后扣带回皮层对自身运动感知中的前庭信号有较强的编码，且具有复杂的时空调谐性质。相较于后扣带回皮层，处于大脑更深部的压后皮层虽然也编码了前庭信号，然而其编码特性中却不包含明确的时空调谐性质。

为对该时空调谐性质进行定量分析，研究人员通过一个三维时空动力学模型对运动刺激的时间和空间成分进行分解，发现该脑区的神经元群体编码了加速度、速度、变加速度和位置等多种时间

成分，表明由前庭外周器官的加速度信号在传递到该脑区的过程中经过了不同程度的积分和微分计算，以用于不同的功能。另外，该脑区在平移运动的前庭刺激中携带了更多的加速度成分，而对旋转刺激中的前庭信息编码则更偏向于速度信号，结合神经元群体偏好方向的分布，预示该脑区的旋转信号可能作用于海马系统的头向细胞（Head direction cell）。另外，虽然该区域的两个亚区都编码了较强的前庭信号，但其中视觉信息编码较弱，意味着该区域似乎并不对两种自身运动信息进行同时编码。该工作在前庭信息在大脑网络中的编码研究中意义重大，并为进一步探究前庭信息从上游的感觉皮层到下游的海马导航系统的信息传递提供了良好基础。

该研究在脑智卓越中心研究员顾勇的指导下，由博士生刘炳煜完成，博士生田青阳参与了实验工作。研究工作得到国家自然科学基金委员会、中科院、上海市科学技术委员会的资助。



(A) 实验装置示意图：虚拟现实系统和六自由度运动平台。运动平台给出真实的自身运动信息（前庭信号），视觉信息由屏幕上的光流刺激进行模拟。(B) 运动方向：26个在三维空间中均匀分布的平移运动方向和对应的26个旋转刺激。(C) 三维时空动态模型示意图。(D) 一个真实神经元对平移运动的前庭反应（灰色阴影部分）和对该数据进行模型拟合的结果（黑色实线）。(E) 该神经元通过模型拟合后得到的每种时间成分对应的空间调谐性质和权重。

研究团队单位：脑科学与智能技术卓越创新中心

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