
心理所揭示海马长轴编码多尺度目标距离

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/23208.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！

心理所揭示海马长轴编码多尺度目标距离。

高效的导航行为需要实时加工当前位置与目的地之间的距离，以便选择最优路线到达目的地。想象一下地铁换乘情景：您不仅需要跟踪线路信息(比如到目的地之前需要换乘几次)，而且需要知道一些具体的细节(比如换乘前需要经过多少站)。导航过程需要对当前位置与目的地之间的距离进行多尺度(粗粒度-细粒度)表征，然而其背后的神经机制尚不清楚。

大量研究表明神经振荡与学习记忆之间存在密切关联。中国科学院心理健康重点实验室研究员王亮团队前期的研究揭示了人类内嗅皮层theta振荡可以表征网格细胞活动特征，并且揭示了基于theta振荡的跨内侧前额叶和内嗅皮层的具有协同性的类网格表征支持人类高效的导航行为。

此次，研究人员探索了人类目标距离多尺度编码的神经机制，招募在双侧海马脑区植入深部电极的癫痫患者完成空间导航任务，并同步采集颅内脑电信号(intracranial EEG)。研究发现右侧海马的高频theta活动(6-9 Hz)强度显著受目标距离调制：距离目标越远，海马高频theta活动越强(图1)。

研究进一步发现目标距离调制沿海马长轴的梯度变化(图2)。后部海马高频theta功率与目标距离的耦合更紧密，即二者回归的斜率更大，这表明海马后部更精细地追踪了目标距离;相反，前部海马高频theta功率随目标距离的变化更平缓，即二者回归的斜率更小，这反映了海马前部对目标距离粗粒度的编码。啮齿类动物研究表明，位置细胞的位置野大小沿背侧海马到腹侧海马(与人类前后轴同源)逐渐增加，也就是说，腹侧(前部)海马的位置野更大，支持更粗粒度的空间表征，而背侧(后部)海马的位置野更小，支持更精细的空间表征，这与该研究结果一致。

支持目标距离的多尺度表征的生理基础是什么呢?研究人员推测：为了更精细地跟踪目标距离，相关脑区瞬时地激活以追踪快速变化的外部刺激，表现出更低的时间层级性。相比之下，如果以粗粒度方式编码目标距离，相关脑区必须持续激活更长时间以整合更多信息，即更高的时间层级性(图3)。由此可见，目标距离层级性表征的生理基础可能是脑区的时间层级结构。时间层级性可以通过神经时间常数(根据频谱的非周期性信号估计)和振荡频率(根据频谱的周期性信号估计)来衡量。该研究结果表明，神经时间常数沿海马后部到前部逐渐增加，振荡频率沿海马前部到后部逐渐增加，这共同说明了时间层级性从海马后部到前部逐渐增加。

该研究首次在人类海马中找到了目标距离表征的电生理标记物，此外，人类海马长轴支持目标距离的多尺度表征。

相关成果以Multi-scale goal distance representations in human hippocampus during virtual spatial navigation为题发表在《当代生物学》(Current Biology)上。研究工作得到科技创新2030-重大专项、国家自然科学基金、中国科学院交叉学科创新团队等的资助。

[论文链接](#)

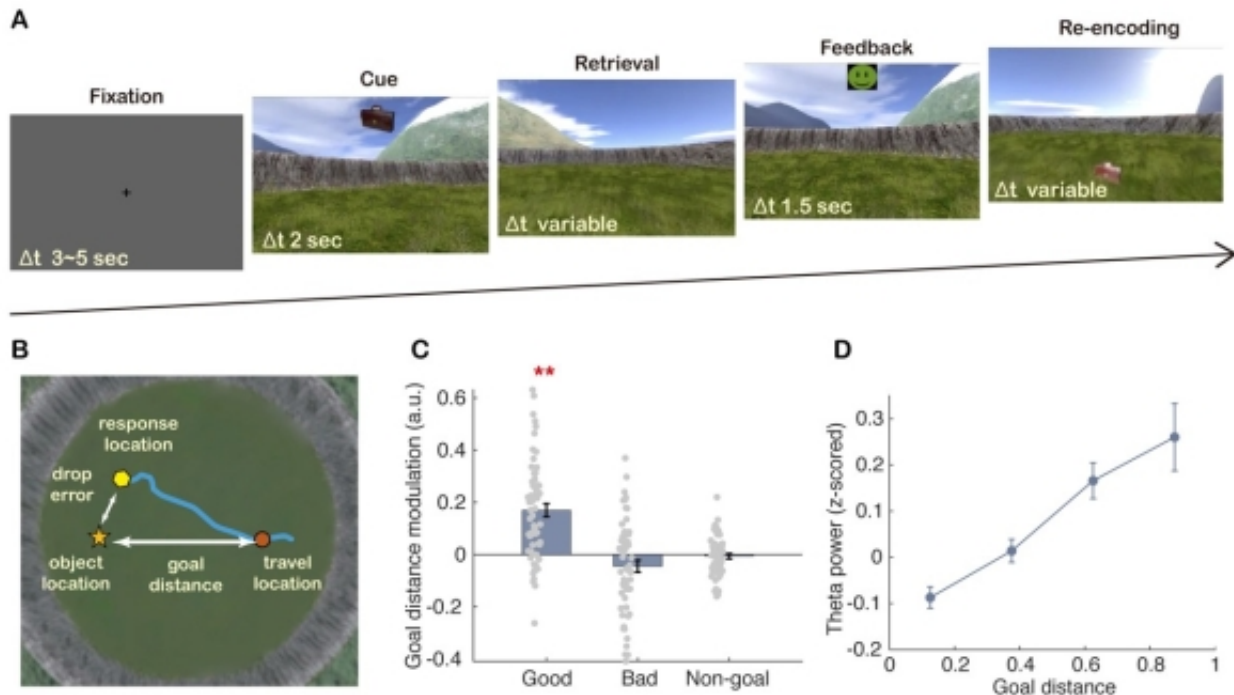


图1 右侧海马表征目标距离。A.实验范式：每个试次都以注视点的呈现开始，随后出现2秒的提示。被试需要导航到目标物体所在位置并按键反应。1.5秒的反馈后，目标出现在正确的位置，这时被试需要移动到物体正确位置拾起目标物体，以便进一步学习；B.放回误差定义为被试反应位置(黄色六边形)与物体实际位置(橙色五角星)之间的欧氏距离，根据放回误差定义行为表现的好坏。目标距离指当前位置(棕色圆圈)与正确目标位置之间的欧式距离，蓝色曲线是运动轨迹；C.在行为表现良好试验中,目标距离显著地调控右侧海马theta功率，但在行为表现不良试验则不然；D.右侧海马中的一个示例电极触点，其中theta功率和目标距离呈正相关。

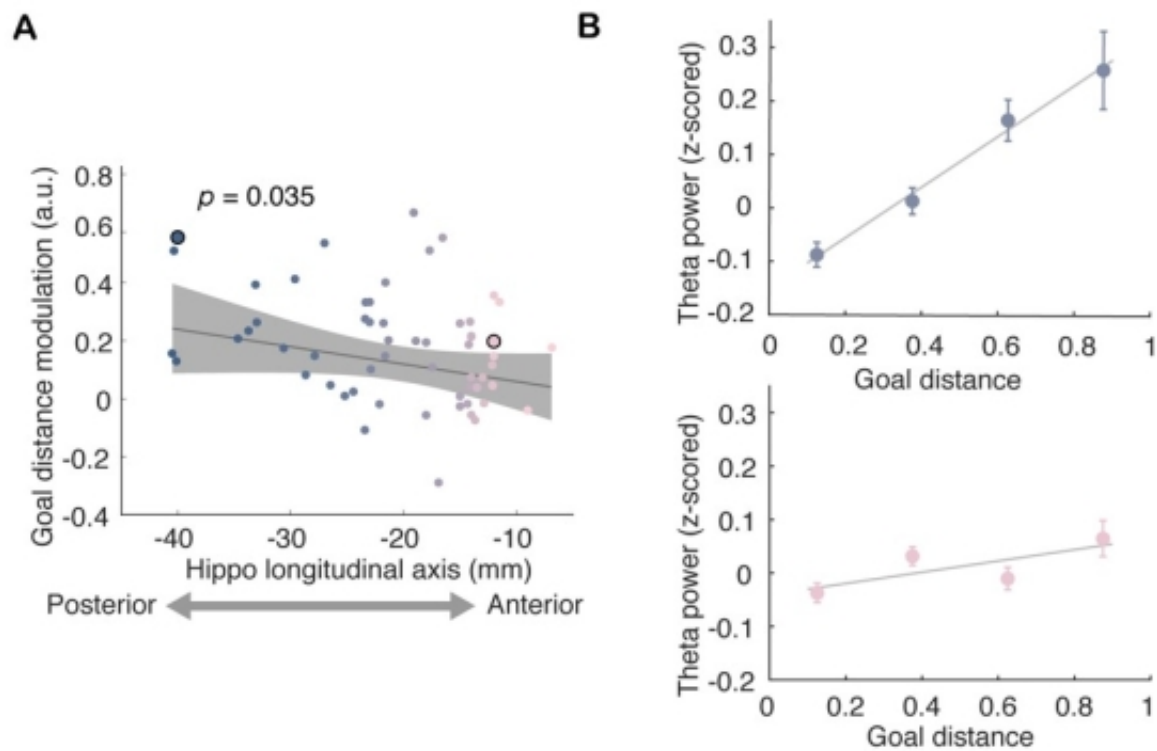


图2 目标距离调制沿海马长轴梯度变化。A.目标目标距离调制与海马长轴坐标显著负相关;B.实例电极。A图中带黑色圆圈的蓝色和粉红色圆点所代表的电极触点，其theta功率和目标距离的关系

。

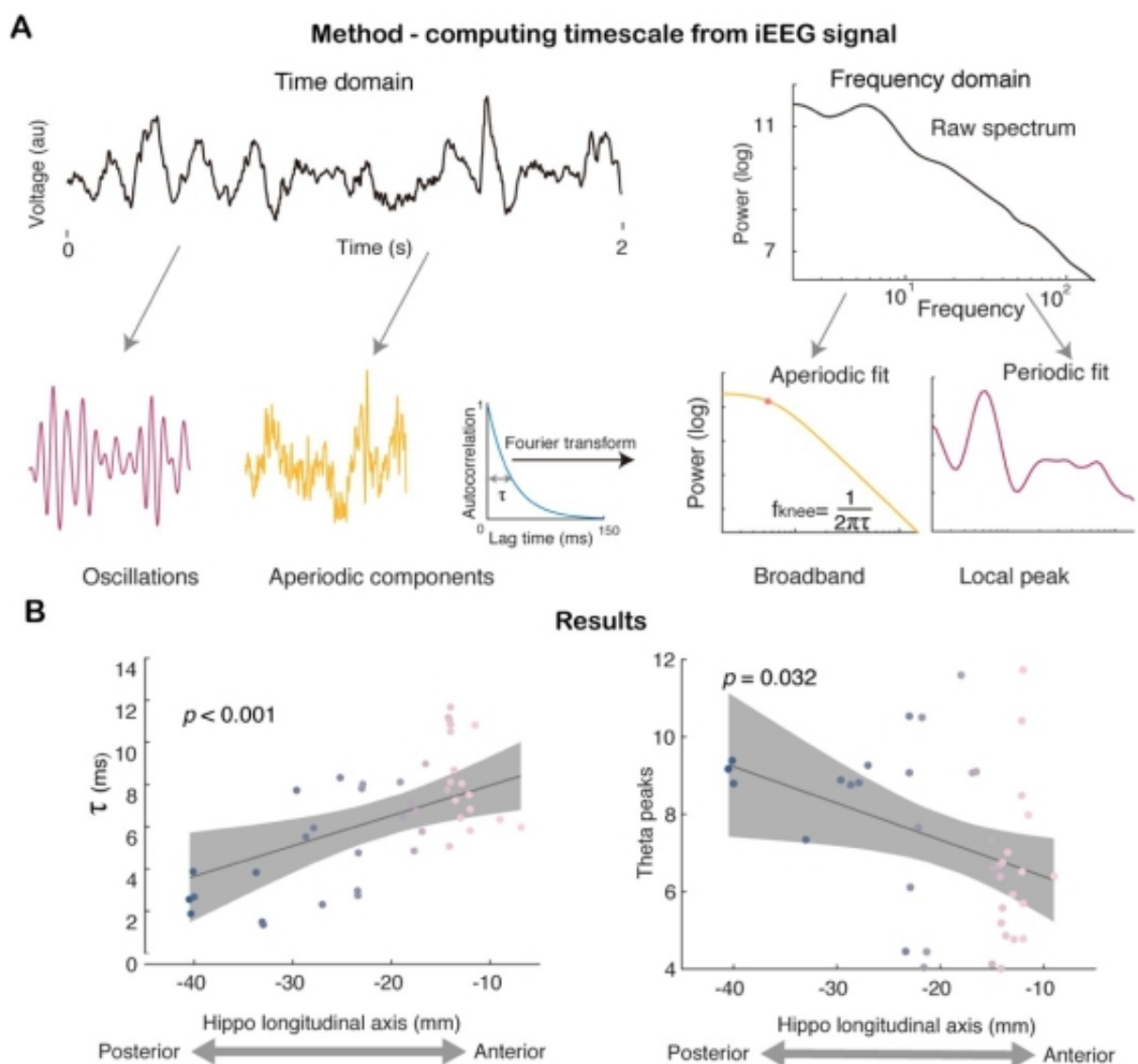


图3 时间层级性沿海马长轴梯度变化。A.计算时间层次结构的两种互补方法：宽带特征(神经时间常数，即 τ)和来自功率谱密度的局部峰值，这二者分别对应于局部场电位的非周期性和周期性分量。振荡频率更低有利于整合更多信息，因此时间层级性更高;B.神经时间常数与海马长轴正相关;theta 峰值频率与海马长轴负相关，这说明了时间层级性沿海马前-后轴由高到低变化。

研究团队单位：心理研究所

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