



首页 > 科研进展

科研进展

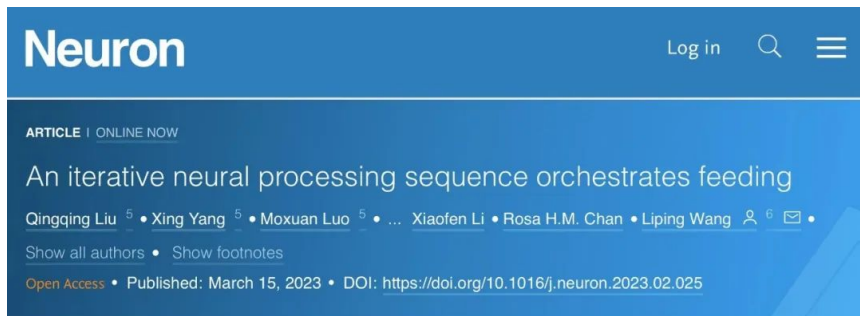
Neuron | 深圳先进院王立平团队首次阐明摄食全过程的序列性神经调控机制

时间: 2023-03-16 来源: 脑所

文本大小: [【大】](#) [【中】](#) [【小】](#) [【打印】](#)

自然环境变幻莫测，自然界中的动物即使在摄食过程中也需要时刻关注环境中的各种线索，这样一方面有助于及时发现危险，另一方面也有利于获取更多资源。由于缺乏细致分析动物多种自发行为的手段，长期以来研究者们主要用摄食量这一指标来评价动物的摄食行为。当前的研究将摄食行为简化为三个阶段：饥饿-寻找食物、摄入食物、饱食-停止摄食^[2]。目前已发现数十个脑区的多种神经元参与摄食行为不同阶段的神经调控^[2-5]，然而，关于这些神经元如何平衡动物的各种动机并调控各种自发行为，人们还知之甚少。

3月15日，中国科学院深圳先进技术研究院脑认知与脑疾病研究所王立平团队在Neuron 杂志在线发表了题为“An iterative neural processing sequence orchestrates feeding” 的研究论文^[1]，详细描述了小鼠摄食行为与非摄食行为交替出现的片段化摄食行为特征，并揭示了多群神经元依次调控每次摄食行为的准备、发起和维持的神经机制。



文章上线截图

原文链接

王立平团队利用深度学习算法辅助的行为跟踪与记录系统，对小鼠摄入食物这一阶段中的自发行为进行了细致研究。通过深度学习算法识别单帧录像中小鼠的动作，总共识别出14种特征动作，并通过聚类算法将这些动作划分为8种有意义的行为，进而将这些行为分为摄食、行走和探索环境等三类，并将小鼠在摄入食物这一阶段的自发行为描述为“靠近食物、摄食、离开食物、探索环境”等一系列行为的循环。

研究者们通过分析不同自发行为过程中的神经元钙反应发现，ARC^{AgRP}神经元在小鼠饥饿，环境中有食物，但小鼠在探索环境而没有去吃的情况下被激活，在靠近食物和摄食过程中被抑制；LH^{GABA}神经元在小鼠发起摄食行为的时候被激活，激活时间与摄食行为持续时间无关；而DR^{GABA}神经元在摄食过程中持续激活，激活时间与摄食时间成强烈的正相关关系，同时这些神经元在小鼠离开食物探索环境时被抑制。

进一步，研究者们利用光遗传方法验证了ARC^{AgRP}、LH^{GABA}和DR^{GABA}神经元在小鼠片段化摄食行为中的功能。抑制ARC^{AgRP}神经元会使饥饿小鼠表现出更多的探索环境行为并减少摄食行为，而激活这些神经元，在有食物的情况下会减少探索环境行为而增加摄食行为，但在只有塑料假食物存在的情况下并不影响探索环境行为。先前的研究表明，ARC^{AgRP}神经元编码负性价值^[6]。由此推测，ARC^{AgRP}神经元的功能是，在饥饿情况下对正在进行的与摄食无关的行为进行限制，由此可以使摄食相关动机占据主导地位，从而帮助发起摄食行为。激活LH^{GABA}神经元会使小鼠表现出强烈的啃咬行为，而抑制这些神经元会导致饥饿的小鼠无法啃咬食物。由此推测，LH^{GABA}神经元介导了摄食行为的发起。激活DR^{GABA}神经元会显著延长小鼠的摄食行为，而抑制这些神经元会显著缩短摄食行为，由此推测，DR^{GABA}神经元参与调控摄食行为的维持。

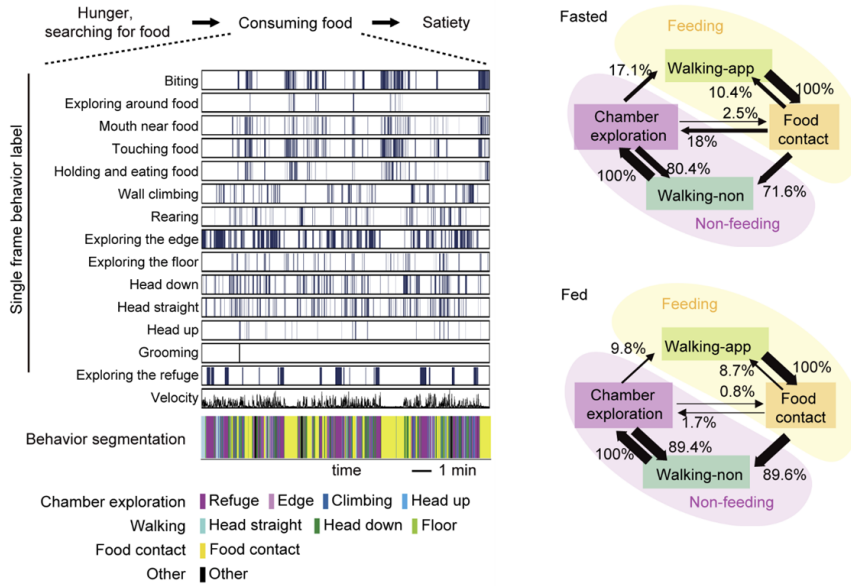
因此，ARC^{AgRP}、LH^{GABA}和DR^{GABA}神经元分别调控片段化摄食行为的准备、发起和维持。

与小鼠类似，人类也存在片段化摄食的现象，在摄食过程中并不会一直关注食物，而是会不断关注周围环境。集中时间吃饭是社会化训练的结果，幼童会一边吃饭一边玩耍，而成人通常在吃饭的同时进行社交活动。这项研究加深了人们对摄食行为和摄食过程中神经调控机制的认识，将为摄

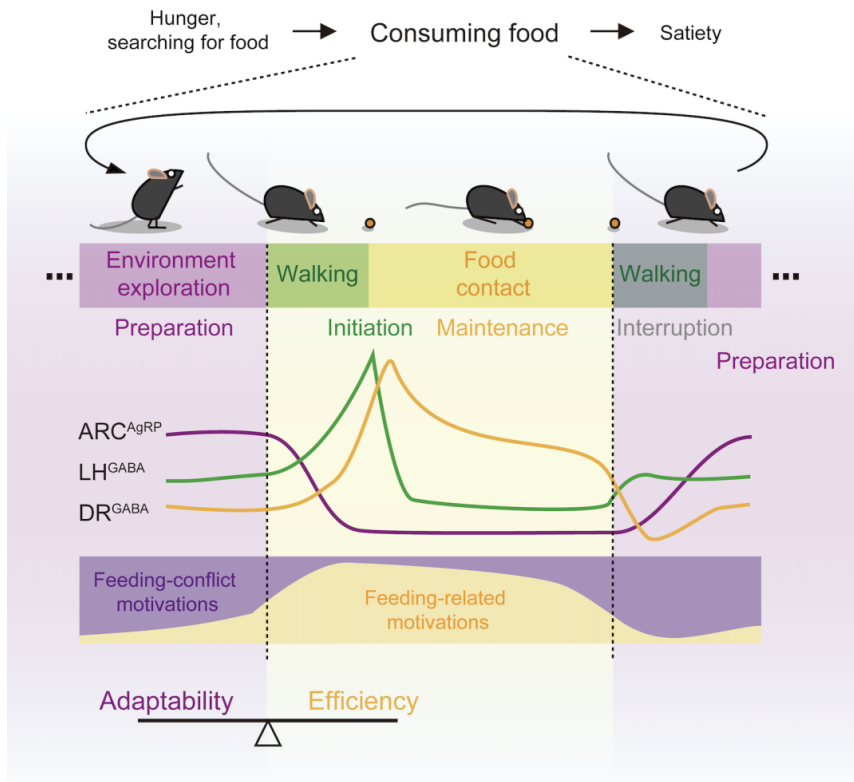
食障碍相关疾病的治疗提供新的理论基础。

本研究建立的行为精细分析方法也适用于各种其他本能行为的研究。动物的各种本能行为都包含多种动机相互竞争，行为发起、维持以及被其他动机所干扰而中断等过程，在这个过程中也会涉及多群神经元的分工合作。外界环境和动物的内在状态会对各群神经元的反应模式进行动态调控，从而实现对动物行为的调控，使得动物可以适应环境，生存繁衍。本研究为解析多种本能行为各阶段的精细神经调控机制打下了基础，为深入理解动物在自然选择中形成的本能行为策略的神经计算机制提供了理论框架，将为通用人工智能的发展提供更多的理论依据。

深圳先进院王立平研究员为该论文的通讯作者，助理研究员刘清晴、高级工程师杨星和先进院与港城大联合培养博士生罗墨轩为论文的共同第一作者。港城大Rosa Chan副教授等人也参与了本项工作。论文还得到了新加坡科技研究局（A*STAR）傅玉教授等人的宝贵意见，并获得国家自然科学基金委，广东省重点领域研发计划等项目的资助。



利用深度学习辅助的行为分析系统解析小鼠的片段化进食行为



摄食片段的准备、发起与维持分别由 ARC^{AgRP} 、 LH^{GABA} 和 DR^{GABA} 神经元调控

参考文献

1. Liu, Q., Yang, X., Luo, M., Su, J., Zhong, J., Li, X., Chan, R.H.M., and Wang, L. (2023). An iterative neural processing sequence orchestrates feeding. *Neuron* 1 - 15
2. Alcantara, I.C., Tapia, A.P.M., Aponte, Y., and Krashes, M.J. (2022). Acts of appetite: neural circuits governing the appetitive, consummatory, and terminating phases of feeding. *Nat. Metab.* 4, 836 - 847. 10.1038/s42255-022-00611-y.
3. Duerrschmid, C., He, Y., Wang, C., Li, C., Bournat, J.C., Romere, C., Saha, P.K., Lee, M.E., Phillips, K.J., Jain, M., et al. (2017). Asprosin is a centrally acting orexigenic hormone. *Nat. Med.* 23, 1444 - 1453. 10.1038/nm.4432.
4. Li, Y., Zhong, W., Wang, D., Feng, Q., Liu, Z., Zhou, J., Jia, C., Hu, F., Zeng, J., Guo, Q., et al. (2016). Serotonin neurons in the dorsal raphe nucleus encode reward signals. *Nat. Commun.* 7. 10.1038/ncomms10503.
5. Li, Y., Zeng, J., Zhang, J., Yue, C., Zhong, W., Liu, Z., Feng, Q., and Luo, M. (2018). Hypothalamic Circuits for Predation and Evasion. *Neuron* 97, 911-924. e5. 10.1016/j.neuron.2018.01.005.
6. Betley, J.N., Xu, S., Cao, Z.F.H., Gong, R., Magnus, C.J., Yu, Y., and Sternson, S.M. (2015). Neurons for hunger and thirst transmit a negative-valence teaching signal. *Nature* 521, 180 - 185. 10.1038/nature14416.

机构设置	研究队伍	学院	科学研究	合作交流	研究生/博士后	科研支撑	产业化	科学传播
机构简介	人才概况	计算机科学与技术工程学院	IBT介绍	国际合作	教育概况	实验动物管理	运行结构	工作动态
院长致辞	人才招聘	生物医学工程学院	论文	院地合作	招生信息	分析测试中心	转移转化	科普园地
理事会	人才动态	生命健康学院	专利		教学培养	实验室建设...	投资基金	科学教育
现任领导		药学院	项目		联合培养	日常环保工作	案例分享	
历任领导		合成生物学院	科研道德与伦理		学生活动		专利运营	
机构导航		材料科学与能源工程学院	集成技术期刊		博士后			



中国科学院
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

版权所有 中国科学院深圳先进技术研究院 粤ICP备09184136号-3

地址：深圳市南山区西丽深圳大学城学苑大道1068号 邮编：518055 电子邮箱：info@siat.ac.cn

