
脑智卓越中心揭示下丘脑冷感受神经元调控体温稳态的环路机制

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/18683.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！

6月7日，《细胞-代谢》在线发表了题为

[《下丘脑冷感受神经元控制体温稳态调控和社交行为引起的体温上升》](#)

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）、神经科学国家重点实验室、上海脑科学与类脑研究中心张哲研究组、梁智锋研究组和许晓鸿研究组合作完成。该研究通过全脑系统性地筛选发现，位于腹中侧下丘脑（dmVMH）Pdyn阳性神经元对环境中的低温表现出高度特异性的反应；调控该核团或其下游连接脑区即可控制体温变化。同时，研究发现，这群神经元也参与由社交行为引起的体温变化的调控，提示了体温调控和社交行为间可能存在的共同调控机制。该研究发现了体温稳态神经调控的新脑区和冷感受的特异性神经元，为剖析恒温动物体温稳态调节和能量代谢的神经环路做出了重要贡献。

哺乳动物和鸟类作为恒温动物，可在外界环境温度变化的情况下，自主地将体温维持在相对恒定的水平。稳定且适宜的体内温度，可为身体进行有规律的高效率新陈代谢提供稳固的保障。体温稳态对于恒温动物来说是生死攸关的重要功能，仅仅2-3摄氏度的体温变化便会严重影响生理状态。神经系统的调控是维持体温稳态的重要一环，而目前体温稳态神经调控的环路基础尚不明确。研究调控体温稳态的神经环路，对于科学家探究哺乳动物维持体温的神经机制至关重要，并为临床上发热、失温症等体温稳态失衡疾病的治疗提供思路。

关于体温稳态平衡的早期研究表明，外界的环境温度可以被分布在皮肤上的温度感受器捕捉和感知，然后温度信息通过脊髓和中脑，传输到下丘脑的视前区（POA）进行整合，并最终输出到外周产热器官进行体温调节。以往研究集中于视前区对于体温的调控，例如视前区表达PACAP的神经元参与了对于外界热环境的感受过程并促进体温的下降；表达Adcyap1/Qrfp的神经元则可以诱导小鼠进入长时间的失温状态。而视前区Brs3神经元可以提高体温。然而，关于视前区之外调节温度稳态，特别是感受冷环境并调控体温上升的特异性神经元，知之甚少。

研究为了系统地筛查大脑在外界温度变化时候的活动情况并找到对冷环境刺激响应的脑区，对头部固定的小鼠进行温度刺激，并同步进行功能核磁共振扫描（图A），发现VMH脑区对冷刺激的响应；分析单细胞测序数据和原位杂交发现，VMH脑区有一群表达Pdyn的神经元在冷环境下被激活，或是特异的冷感受神经元。研究记录这群神经元在冷热刺激时的钙信号变化，验证了VMH^{Pdyn}

的神经元是特异性感受冷刺激的神经元亚群，且其活动会被热刺激所抑制（图B）。研究利用光遗传技术对这群神经元的胞体进行调控，发现VMH^{Pdyn}神经元参与了体温稳态的调控（图C）。

为了探究VMH^{Pdyn}神经元参与的体温调节环路，通过狂犬病病毒介导的逆行跨单级示踪，研究揭示了VMH^{Pdyn}神经元可以接收来自全脑的广泛投射，其投射暗示着VMH^{Pdyn}神经元可能在多种感觉以及认知刺激的诱导下发挥体温调节作用。之前报道小鼠体温在社交行为中上升，研究记录了这群神经元在社交行为过程中的钙活动和同步的小鼠体温变化，发现小鼠在发生社交行为时，VMH^{Pdyn}神经元活动增强且体温上升。研究利用光遗传技术抑制VMH^{Pdyn}神经元，小鼠的社交行为会减少，伴随的体温上升也会消失（图D），说明这群神经元具有调节体温和影响社交行为的双重功能。

该工作发现了位于下丘脑腹中侧表达Pdyn的神经元对于小鼠在冷环境中保持体温维持稳态至关重要，填补了体温调控的神经环路中冷感受神经元的缺失。该研究还发现了下丘脑调控体温稳态和控制社交行为的两种功能之间存在相互作用，将生理稳态调节与行为功能联系起来。

研究工作得到中科院、科技部、国家自然科学基金委员会的支持。

(A) 左上：小鼠在冷或热刺激时进行功能核磁共振扫描示意图；左下：冷刺激时核磁共振的BOLD

信号

减去热刺

激时BOLD信号的示

意图；右侧：不同脑区BOLD信号的统

计图。(B) VMH^{Pdyn}

神经元在冷刺激(左)和热刺激(右)时的钙信号变化。(C)通过光遗传学抑制(左)或激活(右)VMH^{Pdyn}

神经元时小鼠的体温变化。(D)上：抑制VM

H^{Pdyn}

神经元后小鼠在社交行为过程中的体温变化；下：抑制VMH^{Pdyn}神经元后小鼠社交行为的变化。

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