

# 人类可以冬眠吗？体温调控有望实现

● 本报记者 刁雯蕙 通讯员 孙露佳

在科幻电影中，人们设想能在冬眠中飞往太空，或得到生命的延续。那么，人类可以冬眠吗？我们距离人工冬眠还有多远？

近日，中国科学院深圳先进技术研究院脑认知与脑疾病研究所/深港脑科学创新研究院王虹和戴辑团队，在非人灵长类身上实现了基于中枢神经调控的稳定体温调节，揭示了下丘脑视前区(POA)在灵长类动物体温调节中的作用，绘制了体温降低过程中全脑特异激活的神经网络，以及灵长类对抗失温的体温保护机制，为潜在的临床转化和航天应用提供了理论和实验支撑。

该成果在线发表于《创新》。审稿人在评价中指出，该研究对于理解非人灵长类和人类的体温调节产生深远影响。期刊编辑认为，这项研究为实现人类休眠跨出重要一步，为临床转化和航天应用打下基础。

## 探索休眠机制 实现猕猴体温调控

冬眠是一些物种为适应极端生存环境，趋同演化出的一种周期性生理现象。冬眠与日间休眠的动物，通过抑制机体的代谢率，达到全身水平的低体温、低能量消耗，同时这个过程伴随着基因表达、解剖结构、生理参数的剧

烈变化。在冬眠过程中，虽然动物停止进食、饮水等维系生存的必要行为，但是从休眠中苏醒后，动物能够继续生存，其肌肉也不会发生萎缩。有研究表明，休眠的动物对衰老和辐射有一定的抵抗作用。

在动物界，能自然休眠的动物并不多，其中只有一种灵长类动物，即猕猴，包括人类在内的灵长类动物都不能自然休眠。科学家希望破解自然休眠动物的奥秘，建立诱发休眠的技术，并在人体中实现休眠，但至今没有实现。

随着神经科学研究的进步，POA 逐渐成为该领域的研究热点。此前的研究表明，在转基因小鼠脑内，特异性激活 POA 脑区神经元，可以促使小鼠在 1 至 2 个小时内体温降至 28℃，并且维持十余个小时低温状态。同时，该调控还促进小鼠增加散热、降低心率和活动量。这个现象与小鼠的自然休眠有类似之处。如果特异激活相同脑区，是否可以在非人灵长类动物中实现定时降低体温甚至休眠呢？

对此，王虹和戴辑团队利用化学遗传学工具，以非人灵长类动物为模型，展开神经调控体温研究，同时采用无线体温遥测、自主活动定量监测、生理生化测定及功能核磁共振成像等技术，研究动物体温调控的系统机制。团队发现，利用

化学遗传技术精准提高猕猴 POA 脑区的一类在进化上保守的兴奋性神经元的活性，可以促进动物降低体温。

“我们发现，非人灵长类动物对体温的变化非常敏感，这与小鼠存在显著差异。当体温降低约 0.5℃时，非人灵长类动物已经通过加速心率、肌肉战栗、收缩外周血管等调节形式进行自主神经机制产热，以抵抗体温降低。同时，非人灵长类动物还会大幅增加运动量，通过运动产热，抵御体温降低。”论文共同通讯作者王虹分析说。由此可见，非人灵长类动物有着更强的御寒能力，其体温调节机制较小鼠更加精密复杂。

为进一步了解 POA 调控体温的神经网络机制，研究团队通过功能核磁共振成像的方法评估了 POA 激活前后全脑水平的神经网络变化，发现化学遗传学刺激方法不仅激活了 POA 局部网络，也特异性激活了与温度、心率及内感相关的多个核团(如岛叶皮层 IC 等)。通过功能连接分析等量化方法，研究团队绘制了体温降低过程中全脑特异激活的神经网络。

## 历时 5 年 向人工冬眠迈进

21 世纪以来，美国宇航局和欧洲航天局陆续提出诱导人类“休眠”的设想，以期实现深空探索计划。这里的

“休眠”是通过各种技术手段降低人的核心体温，使代谢变得“迟钝”，不仅可以减少物资消耗，还能减少对航天员的精神健康威胁。“休眠”的主要目的是降低体温和代谢，例如冬眠动物的代谢率可降低 80%~98%，目前还不能在人身上调导实现。

团队历时 5 年，通过反复实验，解决了如何在非人灵长类动物身上使用化学遗传技术、如何监测清醒动物生理生化指标等关键技术问题。他们利用化学遗传学手段，通过操控下丘脑兴奋性神经元，稳定降低了灵长类动物的体温，进一步为人工冬眠漫长的探索道路带来重要借鉴意义。

此外，该研究还明确了灵长类动物体温调节中枢的功能，探索了与体温调节相关的全脑功能网络连接，为潜在的临床转化和航天应用提供理论和实验支撑。

“通过降低体温来降低神经元对能量的需求，被证实在中风等脑疾病的小鼠模型中具有神经保护作用。但小鼠作为自然休眠的物种，对低温耐受能力很高，如何将基于小鼠的研究成果，推广到体形为其数倍的人身上，还有着漫长的距离。”论文共同通讯作者戴辑说道。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.xinn.2022.100358>

## 新一代全数字 PET“分分钟”成像

本报讯 近日，由华中科技大学数字 PET 团队开发的新一代全数字 PET/CT 通过中国医疗器械注册认证，正式获准进入市场。相关指标显示，该设备在 20 秒内完成单个床位的扫描成像，全身扫描仅需 80 秒，单床位成像速度为当前全球第一。

此前，初代临床全数字 PET/CT 已在湖北省鄂州市中心医院稳定运行两年半，为数千名患者提前“揪”出癌症病灶。新一代数字 PET 在不断实践和反馈中完成技术迭代。

据悉，目前最常用的 18F-FDG PET 成像，通常单床位扫描时间为

1~1.5 分钟，每个病人 6 至 7 个床位，大概 10 分钟完成全身扫描。

“而我们的全数字 PET/CT 930 实现了单床位 20 秒成像、全身扫描仅需 80 秒，这意味着病人的扫描时间缩短为不到过去的 1/6，显著提升检查效率，降低应用成本，能大大缓解 PET 这类高端医学影像检查排队难、费用贵的问题。”数字 PET 团队产业化负责人张博介绍。

数字 PET 团队核心成员肖鹏称，新一代临床全数字 PET/CT 930 不仅在晶体、光电器件、MVT 数字化采样单元上实现了 2.0 版本的迭代升级，

还能通过对原始信号、中间数据和临床影像的“全数据”积累实现自我反馈和优化。

尽管全数字 PET 获得国内外科学界及产业界认可，但推广之路仍存在困难。张博透露，近年来在与临床用户接触中，发现他们主要持两种态度，一种是乐见国产设备的发展，但不敢轻易尝试、仍持怀疑观望态度。另一种是依然高度迷信进口，甚至成为进口厂商的“铁粉”。

“我们期待吸引更多临床医生、影



新一代全数字 PET/CT——DigitMI 930。

研究团队供图

像专家、放射化学家、产业精英合作开发更系统、更深入的应用，并致力于通过推动市场的自主可控，保持数字 PET 技术的自主可控。”张博说。 (李思辉)