细胞也要防“冻伤”

作者：writer 来源：爱科学

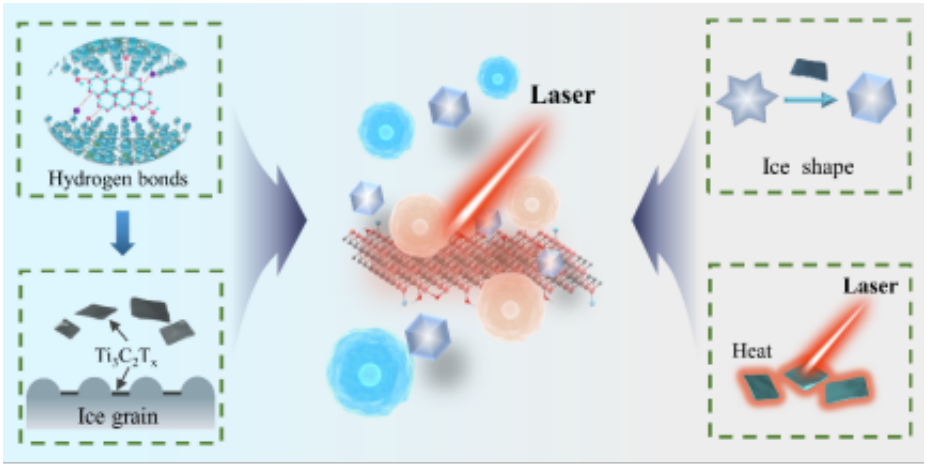
本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/19615.html

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！

细胞也要防“冻伤”。

寒冷条件下的结冰会给人类带来不便和极大的风险。同样，在低温生物学领域，冰的形成和生长会在低温保存期间对细胞、组织、器官和其他生命资源造成致命伤害。特别是冰损伤，已成为器官移植领域的限制性瓶颈。

近日，中国科学技术大学信息科学技术学院赵刚教授与中国科大附属第一医院刘会兰主任合作，基于二维碳化钛MXene纳米片的协同抑冰效应，实现了活细胞的高效深低温冷冻保存。相关研究成果发表于《美国化学会-纳米》。



二维碳化钛MXene纳米片的协同抑冰效应 课题组供图

低温保存大有学问

所谓低温保存技术是指将细胞、组织、器官以及其他生命材料置于深低温环境之下（通常为-80 ℃、-196
℃），在此条件下生物体体内的各种生化反应延缓甚至暂停，细胞处于假死或休眠的状态。

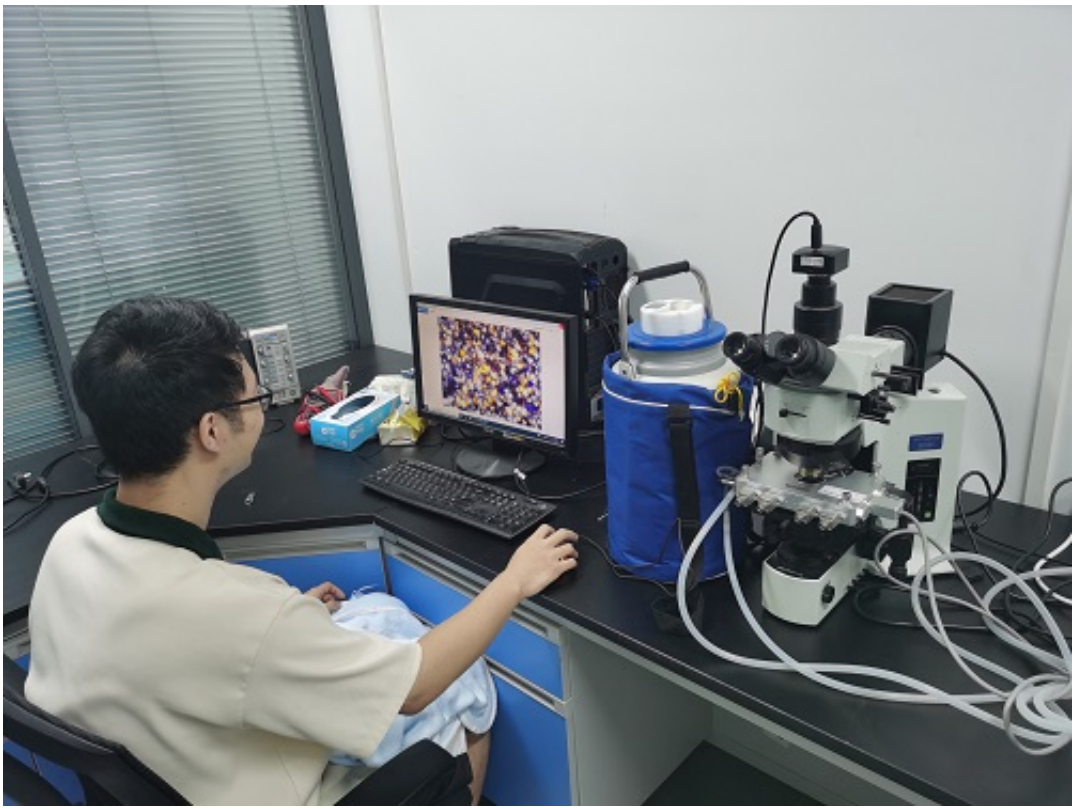
为什么需要低温保存活细胞？这是因为活细胞从获取到最终使用之间，往往存在一个时间差，少则几天，多则几个月，甚至是几年。为确保使用细胞时，它们是‘活’的，生物学功能仍完好，就需要在它们状态最好时进行冷藏冷冻。赵刚向《中国科学报》介绍。

因此，低温保存作为众多生命资源必不可少的储存方式，在细胞治疗、生物样本库建立、再生医学等领域发挥不可替代的作用。比如冻存免疫细胞可以用于治疗疾病；冷冻卵细胞可以使女性生育力得以保存。

目前，国际通用的深低温冷冻保存方法，主要分为慢速冷冻保存法和玻璃化保存法两大类。然而，这两种方法都面临一个共同的挑战——样品使用前的复温融解过程，都需要较快的复温速率。假如复温速率不够快，样品内部可能就会出现重结晶或反玻璃化。

简单来说就是，在复温过程中，小冰晶会发生形状、方位的变化，变成大冰晶，玻璃态的水再次形成冰核，最终变成大冰晶。这个过程会对细胞造成致命性损伤，损伤程度甚至比降温过程冰晶形成造成的损伤还要严重。赵刚进一步解释说，这是目前国际公认的挑战性问题。

因此，实现降复温过程中冰晶的协同抑制至关重要。其中，最重要的是寻找到一种合适的抑冰材料。



课题组成员在做低温显微镜实验 课题组供图

细胞活力提高到81%

功能性纳米材料是抑冰材料的研究热点，但现有研究大多关注纳米材料的分子抑冰效应，对其协同抑冰效应（如分子抑冰效应结合光热或磁热效应等）的研究尚不多见。

这项研究中，团队把目光投向了材料界的黑马——二维碳化钛MXene纳米片。近年来，这种材料展示出优异的物理和化学性能，广泛应用于储能和收集、电磁屏蔽、传感器和生物医学等领域。

令人惊喜的是，团队研究发现这种材料具有协同抑冰效应，即被动抑冰与光热主动抑冰效应相结合。

因此，团队创新性地在低温保护剂溶液中，引入适当浓度的二维碳化钛MXene纳米片，制备出纳米低温保护剂悬浮液。再将这种悬浮液与待保存的活细胞-水凝胶构建物混合、平衡，完成渗透性低温保护剂的添加，随后将样品收集到塑料麦管中，将麦管直接置于液氮，快速完成降温冷冻过程。

研究表明，在降温冷冻过程中，二维碳化钛MXene纳米对冰晶的形成及其生长具有显著的抑制作用，让活细胞安全假死。

在复温过程，二维碳化钛MXene纳米片又充分发挥其自身的光热效应，也就是将吸收近红外激光的能量转化为热量，充当高效的空间热源，极大提升了样品内部复温的均匀性，同时也提高了整个样品的平均复温速率。

赵刚说，实验结果表明，只要复温过程达到足够高的复温速率、复温均匀度，可以在一定程度上降低乃至消除降温过程出现的危险因素和在复温阶段可能产生的危害，让活细胞顺利存活。

数据表明，在活细胞-水凝胶构建物的冷却和融解过程中，二维碳化钛MXene纳米片均能减少冰损伤诱导的干细胞冷冻损伤，最终使细胞活力从38.4%提高到80.9%。

从仿生学角度发展新保存策略

事实上，低温保存技术是长期保存的一种策略，通常是常温条件下，无法实现某些样品的长期保存而被迫采取的一种降低温度的方法。

最理想的长期保存方式，实际上是在常温下，对生物样品体系内引入尽可能少的外源性物质从而实现保存。但是目前，常温下还做不到这一点，因此就需要在降低温度方面再做一些努力，这就是低温保存的缘由。

赵刚认为，最理想的低温保存方式，其实就是综合慢速冷冻保存和玻璃化保存的优点，并消除其所有缺点的保存方式，即使用超低浓度、超低毒性的低温保护剂，实现超快速降温玻璃化保存。

但这种理想的低温保存方式还面临诸多挑战，包括寻找或者合成，低毒/无毒、高效的低温保护剂；有效提高样品的降复温速率和降复温过程其内部的温度均匀性。

赵刚表示，下一步，团队将探索自然界的一些天然抗冻生命现象，借鉴其背后物理机制，从仿生学角度发展新的保存策略，这也是未来的一个重要研究方向。同时，用物理学和工程学方法，突破现有低温保存体系中温度变化率、温度均匀性的限制，进一步提升玻璃化转变的效率，也是一个重要的努力方向。（来源：中国科学报王敏）

相关论文信息：https://doi.org/10.1021/acsnano.1c10221

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。
作者：赵刚等 来源：《美国化学会—纳米》

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转发