四川大学研究团队：温敏胶原水凝胶可逆溶胶-凝胶转变及其无制冷剂细胞转运应用 Gels

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/43084.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！

四川大学研究团队：温敏胶原水凝胶可逆溶胶-凝胶转变及其无制冷剂细胞转运应用Gels。论文标题：Reversible Sol – Gel Transition in Thermoresponsive Collagen Hydrogels for Cryogen-Free Cell Logistics

论文链接：https://www.mdpi.com/2310-2861/12/6/488

期刊名：Gels

期刊主页：https://www.mdpi.com/journal/gels

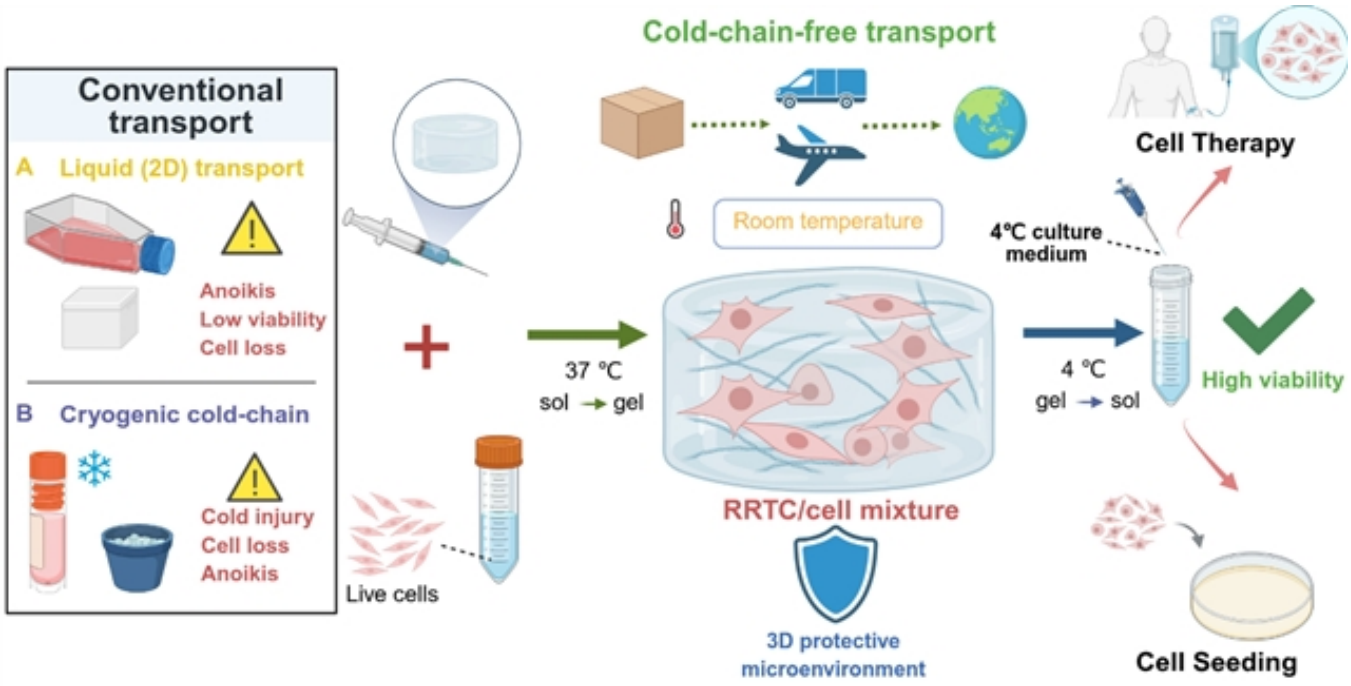
一、文章导读

细胞运输是细胞治疗与生物医药研发的关键环节之一。传统运输方式依赖液氮、干冰等冷链系统，运输成本高昂、操作复杂，且在冻融过程中所产生的冰晶会损伤细胞，导致细胞功能受损和细胞死亡。此外，液体悬浮运输中细胞缺乏力学支撑，易受振动环境的影响。

针对上述问题，本研究提出了一种基于模拟体液（SBF）调控型温敏胶原（RRTC）水凝胶的无制冷剂细胞转运策略。该方案利用材料的温度驱动可逆相变特性来实现细胞的封装与回收，运输中无需依赖液氮、干冰等低温介质。初步实验结果表明，该方案在维持细胞活性方面具有一定可行性，为简化细胞短途运输流程提供了新的思路。

二、研究材料与方法

本研究以RRTC水凝胶作为细胞封装与转运基质，以L929成纤维细胞为标准细胞模型。RRTC水凝胶经温度触发，在37 °C下快速形成三维物理网络将细胞包裹于其中，4 °C下物理网络迅速解离释放细胞。实验设立RRTC水凝胶组、传统2D液相悬浮组及干冰冷冻运输组三组对照，通过静态模拟运输（48 h、120 h）与顺丰快递城际实际运输（成都——重庆往返，约50 h）双重评价体系，以细胞存活率（Live/Dead染色）、回收率及再贴壁能力为核心指标，系统评估该基质对细胞的物理保护效果。



三、研究结果与讨论

研究结果与讨论（文章的主体，图文结合的形式，阐述分析的重要结果以及作者展开的讨论。建议2-3条以上。）

（1）RRTC水凝胶具有快速可逆、温敏型的溶胶-凝胶相转变行为

宏观观测与流变测试表明，RRTC 水凝胶可在37 °C、4 °C下60 s内完成可逆相转变，依靠物理网络组装解离实现成胶与溶胶化，无需化学交联改性，可实现无酶无损细胞回收，常规 I 型胶原所缺乏的该可逆温敏特性。

（2）RRTC三维基质可在静态与实际快递运输中保护细胞

静态模拟运输（48 h、120 h）结果表明，RRTC水凝胶包裹的L929细胞存活率维持在90%以上，优于2D液相悬浮组。在实际城际运输验证中，本研究以顺丰快递完成了成都至重庆往返运输（全程约50 h），包裹于RRTC水凝胶中的细胞在经历快递分拣、车辆振动及环境温度波动等真实物流环节后，存活率仍维持在较高水平（与静态模拟组相比未见明显下降），初步表明该体系的有效运输在真实物流环境中具有一定可行性。

（3）RRTC转运后细胞回收率高，具备稳定再培养能力

4 °C低温溶胶化可直接温和回收细胞；长时程转运下RRTC组细胞回收率高于液相对照组，回收的细胞可正常贴壁、持续传代，规避传统载体酶解回收损伤细胞的缺陷。

四、研究总结

本研究构建了基于RRTC水凝胶的无制冷剂细胞转运体系。该材料利用温度驱动物理交联网络形成-缺失的可逆相变，在37 ° C下形成凝胶封装细胞，在4 ° C下恢复液态以实现非酶促的细胞回

收。经静态模拟运输（48 h、120 h）与顺丰快递城际实际运输（成都——重庆往返，约50 h）两种条件的初步验证，RRTC水凝胶可在一定程度上缓冲运输过程中的机械振动与温度波动。数据显示，转运后细胞存活率维持在90%以上，长时程回收率优于液相悬浮对照组，回收的细胞具备基本的再贴壁与再培养能力。

本研究作为初步概念验证，目前仅采用L929成纤维细胞单一细胞模型开展实验，运输时长与物流力学参数尚未充分量化，细胞回收率仍有提升空间。未来研究将拓展至更多细胞类型、延长运输时长，并对运输过程中的机械应力因素进行定量分析，以进一步评估该体系的适用范围与局限性。

Wang, J.; Ju, Y.; Lei, Y.; Zhang, J.; Wang, Y. Reversible Sol – Gel Transition in Thermoresponsive Collagen Hydrogels for Cryogen-Free Cell Logistics. Gels 2026, 12, 488. https://doi.org/10.3390/gels12060488.

期刊介绍

主编：Prof. Dr. Esmaiel Jabbari, University of South Carolina, USA;

Prof. Dr. Chuanliang Feng, Shanghai Jiao Tong University, China

期刊主题覆盖凝胶、有机凝胶、水凝胶、离子凝胶、干凝胶、胶体凝胶、凝胶化机理相关的计算模型及凝胶材料相关的合成、表征和应用等。

2025 Impact Factor：6.4

2025 CiteScore：10.3

Time to First Decision：13 Days

Acceptance to Publication：2.8 Days

来源：Gels

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