

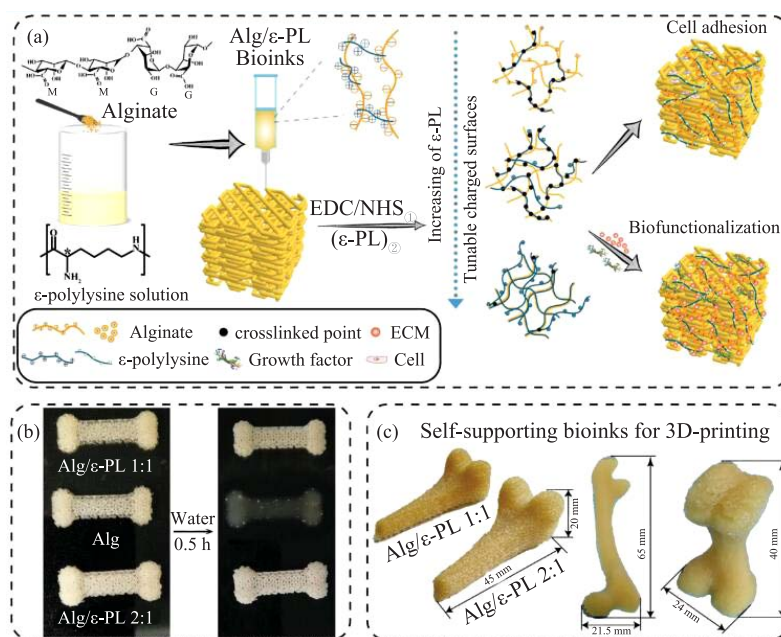
## 阮长顺与潘浩波研究团队通过 3D 打印力学稳定的非钙离子交联海藻酸基支架

中国科学院深圳先进技术研究院人体组织与器官退行性研究中心阮长顺与潘浩波研究团队和北京积水潭医院陈大福研究团队在 3D 打印力学稳定的非钙离子交联海藻酸基支架取得进展。相应成果为“Lin ZF, Wu MM, He HM, et al. 3D printing of mechanically stable calcium-free alginate based scaffolds with tunable surface charge to enable cell adhesion and facile biofunctionalization [J]. *Advanced Functional Materials*, 2019, 29 (9): 1808439(3D 打印力学稳定的非钙离子交联海藻酸基支架可通过电荷调控促进细胞黏附和生物功能化)”。

为满足器官重建临床需求, 开发兼具可打印性、优异成型性能和生物相容性以及功能化的生物 3D 打印墨水具有较大的研究价值与意义。为克服传统海藻酸盐 (Alg) 基生物 3D 打印墨水仅通过阳离子相互作用的交联, 存在生物惰性性质和机械稳定性不足等缺陷, 该研究提出基于海藻酸盐/聚赖氨酸基新型聚电解质生物墨水。其中, 通过使用  $\epsilon$ -聚赖氨酸 ( $\epsilon$ -PL) 改性的基于海藻酸盐的生物墨水 (Alg /  $\epsilon$ -PL), 在富含氨基的聚赖氨酸与海藻酸盐上的羧基电荷吸引作用下, 实现常态下大尺寸自支撑结构支架的 3D 打印。进一步地, 通过对支架进行交联实现支架表面电荷可调控性, 避免了使用钙离子作为交联剂, 提高了支架长期稳定性。

研究结果显示, 由聚赖氨酸的引入而增加的静电相互作用, 能提高基于 Alg 的生物墨水的可印刷性, 这对印刷支架的自支撑稳定性具有增强作用。基于可调控的支架表面电荷, 所构建支架不仅促进了细胞的黏附, 而且还实现了多种活性因子的吸附和缓释。而体外细胞实验表明, 负载的细胞外基质或生长因子能够显著提高海藻酸盐的生物活性。

该研究提出的基于海藻酸盐/聚赖氨酸基新型聚电解质生物墨水, 成功突破了传统海藻酸盐基-钙离子打印墨水体系的应用瓶颈, 如稳定性和生物活性差等。



海藻酸盐 / 聚赖氨酸生物墨水生物打印示意图: (a) 制备具有可调表面电荷的 Alg /  $\epsilon$ -PL 生物墨水和 3D 支架; (b) Alg /  $\epsilon$ -PL 生物油墨的稳定性得到改善; (c) Alg /  $\epsilon$ -PL 生物墨水的自支撑特性促进了复杂支架的制造