

聚吡咯與聚多巴胺光熱抗菌性能之評估及其在傷口修復中的應用

陳映君(5113)

2025/10/01

大綱

1. 前言
2. ϵ -聚離胺酸穩定之瓊脂糖/聚多巴胺水凝膠敷料，具備強韌光熱性能以促進傷口癒合
3. 自我修復聚吡咯水凝膠透過近紅外光誘導的增強殺菌與巨噬細胞調控促進糖尿病皮膚傷口癒合
4. 基於幾丁聚醣的光熱水凝膠具快速捕獲細菌能力以增強殺菌效果
5. 結論

摘要

光熱治療 (Photothermal therapy, PTT) 因其高效滅菌、低侵入性與可調控性，已成為感染性傷口、甚至是慢性傷口治療的有效策略。本篇報告綜合兩種光熱劑-聚吡咯 (Polypyrrole, PPy) 及聚多巴胺 (Polydopamine, PDA) 並探討三種不同的光熱抗菌水凝膠，顯示其在抗菌與免疫調控方面具有顯著潛力。首先，將 ϵ -聚離胺酸 (ϵ -Polylysine, ϵ -PL) 引入瓊脂糖/PDA 基質中，以有效固定 PDA，製備出的 ADPH 水凝膠，不僅具備穩定的光熱轉換能力 (1.0 W/cm^2 , 10 min) 與持續的抗菌活性，還能有效抑制細菌增殖。其次，將聚吡咯加入到含有聚乙醇醇 (Polyvinyl alcohol, PVA)、聚乙二醇 (Polyethylene glycol, PEG) 及透明質酸 (Sodium hyaluronate, HA) 的 TPHB 水凝膠，在 0.5 W/cm^2 , 10min 光熱刺激下不但具有抗菌能力，還可調控巨噬細胞由 M1 型促炎狀態轉化成 M2 型抗發炎狀態，進而降低發炎反應並促進傷口組織修復。最後，由聚吡咯、聚多巴胺與幾丁聚醣 (Chitosan, CS) 引入聚丙烯醯胺 (Polyacrylamide, PAAM) 製備的 CS/PPy/PDA 水凝膠，展現高效的光熱效應與良好的細菌吸附能力，在 1.5 W/cm^2 , 10min 近紅外光 (Near-infrared, NIR) 照射下可協同增強抗菌效果。整體而言，這些研究結果表明光熱水凝膠能夠同時結合高效抗菌作用與免疫微環境調控，對於促進傷口的修復具有極大潛力。

參考文獻

- Chen, Y., Hao, X., Gu, B., Guo, H., Lu, Z., & Wang, D. (2025). Chitosan-Based Photothermal Hydrogel with Rapid Bacterial Capture for Enhanced Disinfection. *International Journal of Biological Macromolecules*, 327, 147300.
- Chu, Z., Liu, X., Zhao, T., Jiang, D., Zhao, J., Dong, X., Yeung, K. W. K., Liu, X., Liao, Y., & Ouyang, L. (2025). Self-healing Ppy-hydrogel promotes diabetic skin wound healing through enhanced sterilization and macrophage orchestration triggered by NIR. *Biomaterials*, 315, 122964.
- Qi, X., Pan, W., Tong, X., Gao, T., Xiang, Y., You, S., Mao, R., Chi, J., Hu, R., Zhang, W., Deng, H., & Shen, J. (2021). ϵ -Polylysine-stabilized agarose/polydopamine hydrogel dressings with robust photothermal property for wound healing. *Carbohydrate Polymers*, 264, 118046.