



您现在的位置: 首页 > 新闻动态 > 科研进展

## 福建物构所基于卟啉MOF-稀土上转换纳米平台实现高效光动力抗菌治疗

更新日期: 2023-12-08

光动力疗法 (photodynamic therapy, PDT) 是利用光敏剂在光照条件下产生的活性氧 (ROS) 达到破坏肿瘤细胞、细菌和真菌的目的, 具有高效、低毒副作用等优点, 已成功应用于肿瘤、皮肤病、泌尿系统疾病等常见疾病的治疗。然而, 由于大部分光敏剂的激发光源为可见光或者紫外光, PDT的应用受到激发光组织穿透深度浅、ROS产率低等问题的严重制约。近年来, 发展近红外光响应的高效PDT纳米平台已成为人们的研究热点, 也是该领域的一个重大技术挑战。

近日, 中国科学院福建物质结构研究所/闽都创新实验室陈学元团队李幸俊副研究员等通过将染料敏化的稀土上转换纳米颗粒 (UCNP) 和Pt修饰的卟啉金属-有机框架 (PMOF) 有效复合, 开发了一种近红外光响应的上转换纳米复合材料UMOF(Pt)/IR808, 实现了高效的PDT抗菌应用 (图1)。基于该纳米材料中PMOF壳层的多孔特性, 近红外染料分子IR808被成功负载于PMOF的孔道中, 实现了对UCNP发光的敏化增强。特别地, 研究团队利用配位作用在光敏剂卟啉配体的中心修饰上Pt(II)离子, 其重原子效应可同时提高IR808和卟啉配体从单线态到三线态 ( $S_1 \rightarrow T_1$ ) 的系间窜越效率, 进而同步增强了IR808对UCNP的三线态敏化发光和卟啉配体的单线态氧 ( $^1O_2$ ) 生产能力。因此, UMOF(Pt)/IR808呈现出高效的级联能量传递和优异的 $^1O_2$ 产量。为进一步验证该纳米复合材料的PDT抗菌效果, 研究团队开展了脂质体修饰的纳米复合材料UMOF(Pt)/IR808-Lipo的PDT抗耐药菌研究 (图2)。研究结果表明, 该纳米平台在较低功率密度 ( $0.4 \text{ W/cm}^2$ ) 的808 nm激光辐照下表现出对耐甲氧西林金黄色葡萄球菌 (MRSA) 超强杀菌能力, 抗菌率达到 $5.27 \log_{10}$  ( $> 99.999\%$ ), 是目前报道的同类型PDT材料中最优抗菌率。

该工作通过结合染料敏化稀土上转换发光和重原子效应, 突破了传统PDT材料存在的激发光组织穿透深度浅、 $^1O_2$ 产率低的技术瓶颈, 为高效近红外响应的PDT纳米材料的设计合成提供了新思路, 也为该类材料在PDT抗菌、抗肿瘤等领域的应用奠定了重要的理论和实验基础。相应研究成果以“Near-infrared-responsive nanoplatfoms integrating dye-sensitized upconversion and heavy-atom effect for enhanced photodynamic therapy efficacy”为题发表在《Nano Today》杂志 (*Nano Today* 2024, 54, 102089. DOI: 10.1016/j.nantod.2023.102089)。论文的第一作者是中国科学院福建物质结构研究所/福州大学联培硕士研究生谭冲, 通讯作者是中国科学院福建物质结构研究所/闽都创新实验室李幸俊副研究员和陈学元研究员。该工作得到科技部国家重点研发计划稀土新材料专项、国家自然科学基金、福建省基金和中国科学院海西研究院前瞻跨越计划揭榜挂帅项目等项目的支持。

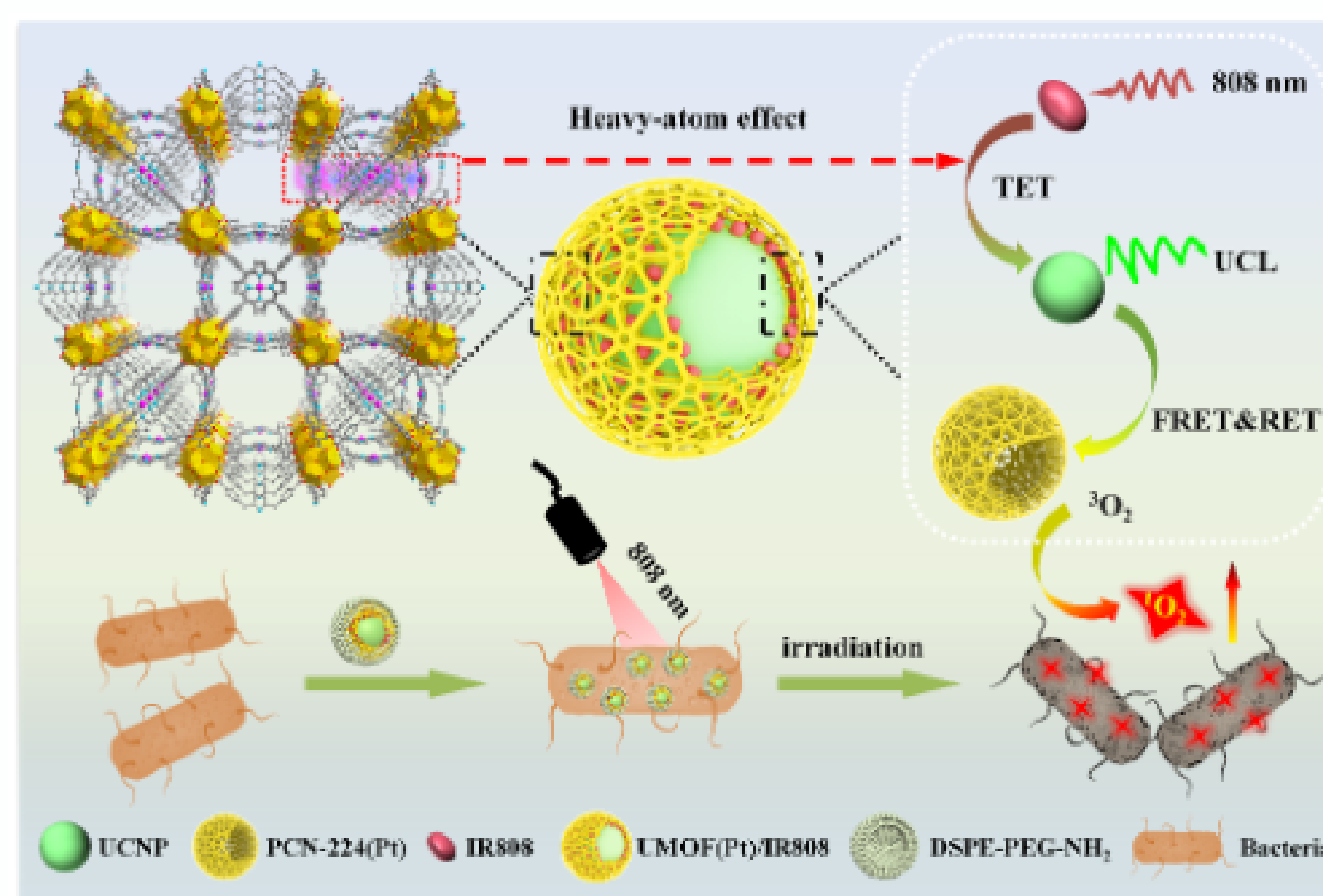


图1. 基于卟啉MOF-稀土上转换纳米平台实现高效光动力抗菌治疗的示意图

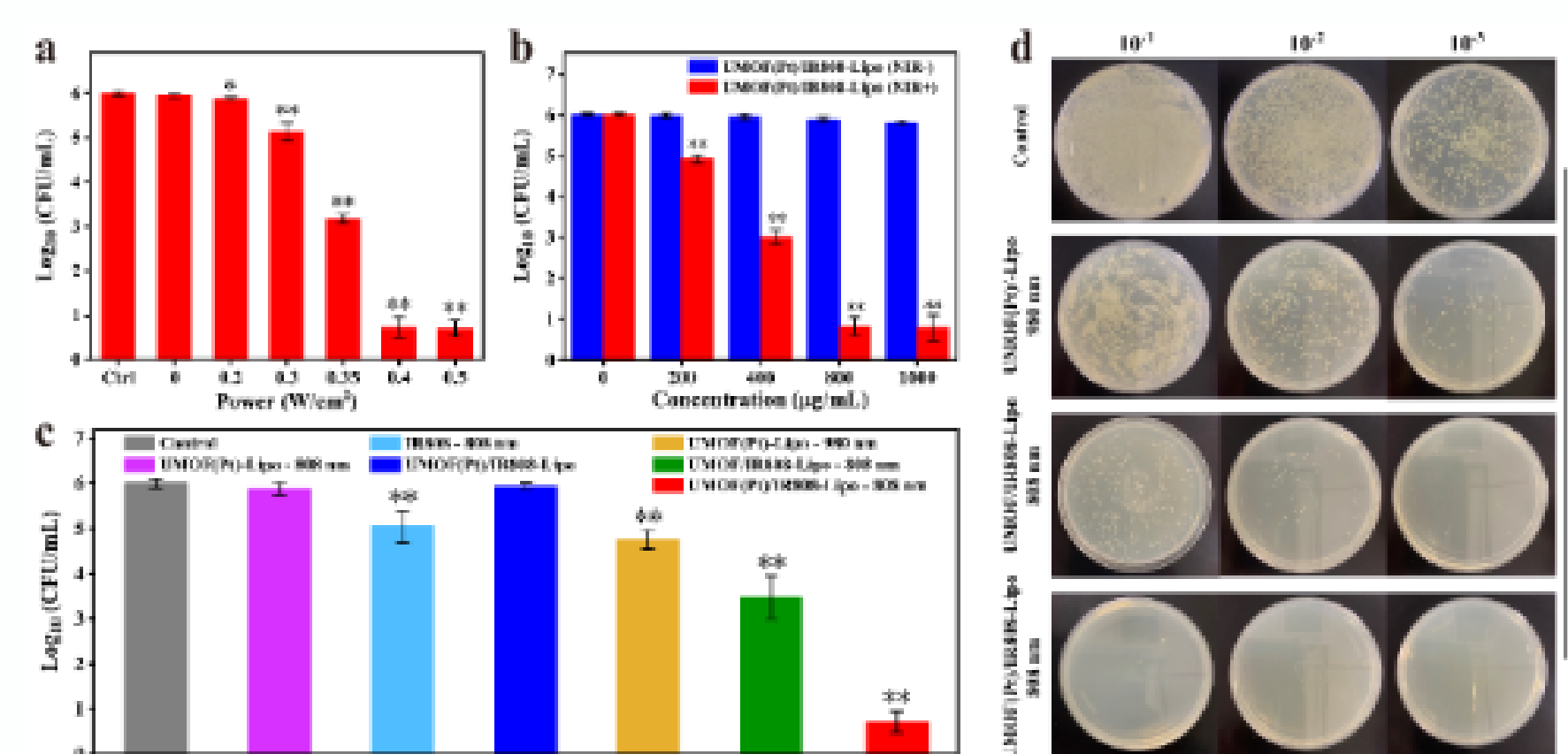


图2. UMOF(Pt)/IR808-Lipo纳米平台的PDT抗菌实验: a)不同功率密度 ( $0-0.5 \text{ W/cm}^2$ ) 的808 nm激光辐照下UMOF(Pt)/IR808-Lipo的抗菌效果; b)功率密度为 $0.4 \text{ W/cm}^2$ 的808 nm激光辐照下, 不同浓度 ( $0-1000 \text{ g/mL}$ ) UMOF(Pt)/IR808-Lipo的抗菌效果; c) UMOF(Pt)-Lipo、IR808、UMOF/IR808-Lipo和UMOF(Pt)/IR808-Lipo在不同光照条件下对MRSA的抗菌效果; d) UMOF(Pt)-Lipo、UMOF/IR808-Lipo和UMOF(Pt)-Lipo在不同光照条件下对MRSA的抗菌效果照片

此前, 陈学元团队在稀土上转换发光纳米材料的电子结构、光学性能和生物应用研究方面取得了一系列重要进展。例如, 发展了一种溶菌酶-稀土上转换光动力治疗协同策略, 实现了高效的抗耐药菌感染 (*Angew. Chem. Int. Ed.* 2021, 60, 19201); 利用 $\text{CsLu}_2\text{F}_7\text{:Yb/Er}$ 基质的重原子效应, 实现染料三重态敏化稀土离子的高效上转换发光及胞内次氯酸根离子检测 (*Angew. Chem. Int. Ed.* 2022, 61, e202112125); 基于稀土上转换纳米晶的手性超分子水凝胶实现近红外圆偏振光响应的光动力抗肿瘤治疗 (*Chem. Eng. J.* 2023, 474, 145429)。

文章链接: <https://authors.elsevier.com/c/1iD3Q6DSyBE4Jz>

(陈学元课题组供稿)

上一篇: 福建物构所廉价金属催化炔丙基碳酸酯的极性反转研究取得新进展

下一篇: 福建物构所金属有机π团簇理论研究获得最新进展