

碳纳米洋葱在生物学和医学领域的研究进展

Progress in the biological and medical research of carbon nano-onions

邓思楠¹ 阮丹平^{1*} 综述 贺捷² 审校

(1. 复旦大学附属中山医院闵行分院, 上海市闵行区中心医院口腔科; 上海 201199,

2. 上海交通大学医学院附属第九人民医院口腔颌面-头颈肿瘤科,

上海市口腔医学重点实验室/上海市口腔医学研究所,

国家口腔疾病临床研究中心; 上海 200011)

【摘要】 碳纳米洋葱 (Carbon nano-onions, CNOs) 因其弯曲闭合的特殊石墨层结构而具有良好的性质, 毒理学研究发现, CNOs 无毒且有很好的生物相容性, 因而具有良好的应用前景。对 CNOs 的研究已从早期制备方法及纯化, 发展到目前其功能应用的研究, CNOs 工业上的应用已比较广泛, 如催化、电子、润滑剂、环境治理等, 而在生物医学的研究还处于起步阶段, 但其独特的结构及性质赋予它在生物医学上的广阔前景, 使它在生物成像、追踪、检测及药物的靶向治疗中拥有独特优势。本文就碳纳米洋葱在生物医学中的应用作一综述。

【关键词】 纳米材料 碳纳米洋葱 生物医学应用

DOI: 10.11752/j.kqcl.2019.01.09

富勒烯是笼状碳原子的总称, 包括了 C_{60} 分子、碳纳米管、金属内包富勒烯等。CNOs (Carbon nano-onions, CNOs) 是碳的一种同素异形体——纳米洋葱富勒烯, 是一种以碳为核心的同心多层球面套叠结构的碳分子, 其直径大概在 3~50 nm。CNOs 最早是 Ugarte^[1]1992 年在透射电子显微镜下发现, 由于其独特的中空笼状及同心石墨层结构受到研究者的青睐。CNOs 按其结构一般可分为两类: 中空结构的 CNOs 和核壳结构的 CNOs。理想的具有中空结构的 CNOs 是由同心的球形石墨壳层嵌套而成^[2]。微观结构为若干同心层球状的石墨壳层构成的洋葱状碳原子团簇, 最内壳层的直径与 C_{60} 的直径最接近 (0.7~1.0 nm), 向外每层原子的数量为 $60n^2$ (n 为层数)^[3]。

CNOs 作为一种较新的纳米材料, 研究处于起步阶段, 但鉴于目前所知的其良好的结构和独

特的性质获得研究者的广泛关注, 在诸多方面都有良好的应用前景。CNOs 已广泛应用于工业, 在摩擦学, 化学催化、环境治理等方面有很大优势。目前, 有关 CNOs 在医学上的应用研究不是很多, 但作为碳纳米材料其独特的结构及性能将在医学发展中发挥出更多作用。

1 碳纳米洋葱的生物学应用

1.1 毒理学分析

新纳米材料的生物及环境安全性的确定往往决定了它能否最终应用于生物学应用。据《新科学家》杂志网报道, 巴黎萨克莱大学的法特希·穆萨及同事研究发现, 碳纳米管可引起类似于石棉引发的免疫反应, 危害健康^[4]。因此 CNOs 的生物相容性受到了广泛关注。

2005 年 DING L^[5] 等研究了直径为 30 nm 的 CNOs 的毒性, 探究 CNOs 及多壁碳纳米管 (MWCTNs) 对人的皮肤纤维细胞的影响, 结果发

*阮丹平: 共同第一作者

通信作者: 贺捷, E-mail: hejie2310@126.com