

# 基于复合纳米材料的“电子云”自由基清除机制研究

巫远程

广东工程环境净化研究所, 中国·广东 广州 510520

**摘要:** 由金、银、锗、铂等合成的复合纳米材料是消除人体自由基的有效方法, 主要依靠纳米金、银、铂、锗表面 ZETA 负电位, 催化纳米金、银、铂等外层离散电子传导中和人体自由基。通过检测超氧阴离子自由基, 动物存活时长等实验, 判定其中和自由基的效果。

**关键词:** 纳米金; 纳米银; 纳米锗; 纳米铂; 自由基

## Research on the Free Radical Scavenging Mechanism of “Electron Cloud” based on Composite Nanomaterials

Wu Yuancheng

Guangdong Engineering Environmental Purification Research Institute, Guangzhou, Guangdong, 510520, China

**Abstract:** Composite nanomaterials synthesized from gold, silver, germanium, platinum, and other materials are an effective method for eliminating human free radicals. They mainly rely on the ZETA negative potential on the surface of nano gold, silver, platinum, and germanium to catalyze the outer discrete electron conduction of nano gold, silver, platinum, and other materials to neutralize human free radicals. Determine the effectiveness of superoxide anion radicals and animal survival time through experiments such as detecting superoxide anion radicals.

**Keywords:** Nano gold; Nano silver; Nano germanium; Nano platinum; Free radical

### 1 自由基与人体健康的关系

化学物质中含有自由基, 自由基是指能够独立存在的, 含有一个或多个未成对电子的分子或分子的一部分<sup>[1]</sup>。由于自由基中含有未成对电子, 具有配对的倾向。因此, 大多数自由基都很活跃, 具有高度的化学活性。自由基的配对反应过程, 又会形成新的自由基。正常情况下, 人体内的自由基是处于不断产生与清除的动态平衡中。自由基是机体有效的防御系统, 如不能维持一定的水平, 自由基则会对机体的生命活动带来不利影响<sup>[2]</sup>。我们生物体主要遇到的是氧自由基, 如超氧阴离子自由基、羟自由基、脂氧自由基、二氧化氮和一氧化氮自由基。但自由基产生过多或清除过慢, 它通过攻击生命大分子物质或各种细胞, 造成机体在分子水平、细胞水平及组织器官水平的各种损伤, 加速机体的衰老进程并诱发各种疾病。

### 2 复合纳米材料对自由基的影响

纳米金、银、铂、锗等表面具有良好的稳定性、表面效应、光学特性及生物亲和性, 在生物传感、电子、催化等方面有着广泛应用<sup>[3]</sup>。通过电子显微镜扫描, 观察复合纳米材料表征结果。

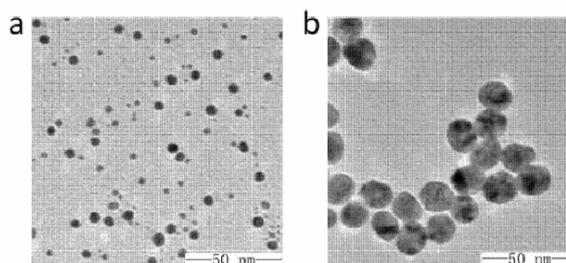


图 1 (a) AuNPs1 透射电子显微镜扫描图 (b) AuNPs2 透射电子显微镜扫描图

从图 1TEM 电镜图中我们可以看到所合成的 AuNPs1 的平均粒径为 5nm, AuNPs2 的粒径为  $18 \pm 2$ nm, 合成的粒子粒径分布较为均一。由于自由基是含有一个或多个未成对电子的分子, 在物理学上成相对正电位。通过柠檬酸钠作用后的复合纳米材料在表面带有负电荷 (即离散电子所形成的“电子云”), 合成的复合纳米材料通过电位差能够有效地中和自由基。图 2 为复合纳米材料 ZETA 电位特征, 图 3 为复合纳米材料的 ABTS+ 抗氧化作用, 图 4 为复合纳米材料对超氧阴离子自由基的清除效果。

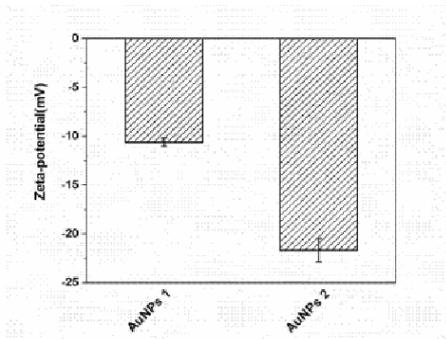


图 2 复合纳米材料的 Zeta 电位表征图

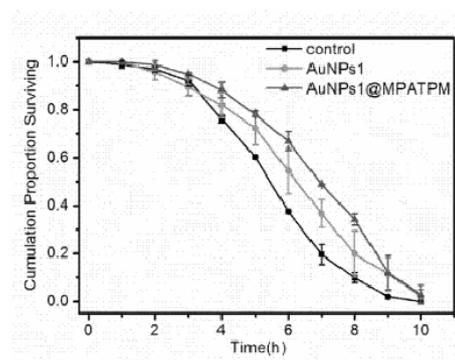


图 5 氧化应激条件下 AuNPs1@MPATPM 对线虫寿命的影响

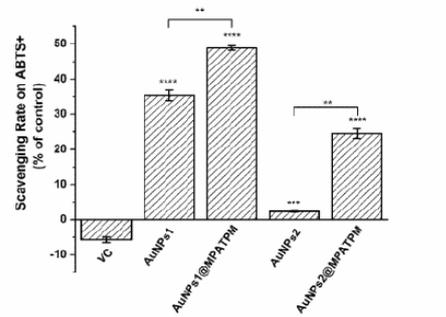


图 3 不同材料 ABTS+ 的清除作用 (P < 0.05)

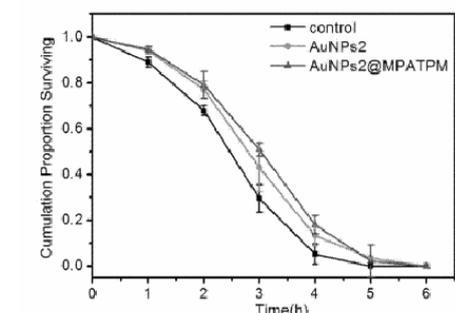


图 6 氧化应激条件下 AuNPs2@MPATPM 对线虫寿命的影响

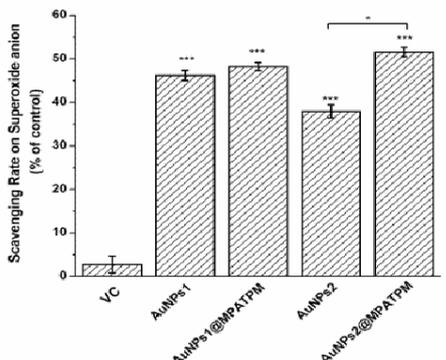


图 4 不同材料对超氧阴离子的清除作用 (P < 0.05)

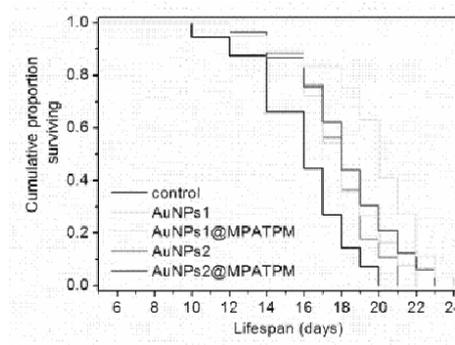


图 7 复合纳米抗氧化剂对野生型 N2 线虫寿命的影响

图 3 中为清除 ABTS+ 的结果, AuNPs2 能够清除 2.9% 的 ABTS+, 复合纳米抗氧化剂 AuNPs1@MPATPM 的清除能力达到 26.3%, 而 AuNPs1 为 34.85%, 但是修饰上 MPATPM 后的复合纳米材料抗氧化剂清除能力明显提高, 能够达到 44.12%。图 4 中为清除超氧阴离子自由基的结果, AuNPs1 能够清除 46.19% 的超氧阴离子, 复合纳米抗氧化剂 AuNPs1@MPATPM 的清除能力达到 48.26%, 而 AuNPs2 为 37.96%, 但是修饰上 MPATPM 后的复合纳米抗氧化剂清除能力明显提升至 51.58%。

如图 5 所示, AuNPs1 能够延长线虫寿命, AuNPs1@MPATPM 的抗氧化应激效果更强。如图 6 所示, AuNPs2 能够延长线虫寿命, 修饰上 MPATPM 能够提高复合纳米粒子的抵抗氧化应激的能力。从而延长了氧化应激条件下线虫的寿命。图 7 展示正常状态下, 复合纳米材料发挥抗氧化活性从而延长线虫寿命的结果。相比 control 组, AuNPs1、AuNPs2 能够使线虫的平均存活时间分别被延长了 10.8% 和 7.9%, 复合纳米抗氧化剂 AuNPs1@MPATPM 能够使线虫寿命延长 22.9%。由此可以得出结论, 复合纳米粒子不仅仅能够增强线虫的抗氧化能力, 还能够延缓线虫衰老。

经过对自由基直接作用的实验发现, 复合纳米材料能够有效中和超氧阴离子自由基, 具有很强的抗氧化性。接下来, 通过进一步的实验, 将复合纳米材料按照一定比例, 对线虫的生存环境做不同的处理, 观察线虫的生命体征, 如图 5、图 6、图 7 所示结果。

为了进一步得到有效结果证明, 我们将复合 AuNPs1@MPATPM 抗氧化剂送往广东省动物研究所对果蝇进行生命体征观察实验。实验过程如下, 实验测定材料和参数主要用到黑腹果蝇(黑腹果蝇成虫)、纳米材料、三角瓶、饲料(红

糖玉米粉培养基), 测定温度设置为 25℃。

①纳米材料对黑腹果蝇雌、雄成虫寿命影响测定。

高温高压灭菌三角瓶空瓶, 待空瓶冷却后, 将纳米材料喷洒三角瓶内壁 5 次, 旋转三角瓶使液体纳米材料接触三角瓶内壁的所有部分, 以不喷洒组为对照, 70℃烘干至无流动液体, 每个处理 6 瓶(3 瓶雌虫和 3 瓶雄虫)。

②制备红糖玉米粉培养基, 将培养基转移到纳米材料处理好的三角瓶内, 每个三角瓶转入 20mL 培养基, 待培养基冷却, 观察 2d 无污染后使用, 每个处理 3 个重复。

③收集初羽化为交配果蝇, 区分雌、雄虫, 分别测定纳米材料对黑腹果蝇雌虫和雄虫寿命的影响, 每组 3 个重复,

每瓶接入黑腹果蝇 30 只, 置于温度为 25 ± 0.5℃、相对湿度为 50 ± 5% 的恒温恒湿培养箱培养。每隔 5d 更换新培养基并记录死亡数(黑腹果蝇在 25℃条件下可存活 50d 左右), 直至果蝇全部死亡。计算果蝇的平均存活时间:

$$D=(n_1d_1+n_2d_2+n_3d_3+\dots+n_id_i)/(n_1+n_2+n_3+\dots+n_i)$$

其中, n 为第 i 天死亡虫数; d 为观察时间。计算纳米材料对黑腹果蝇雌、雄虫寿命的影响。

通过表 1 研究结果表明瓶壁喷洒送测纳米材料原液组雌性和雄性果蝇的平均寿命均高于对照组, 雌雄虫平均寿命分别延长 9.80% 和 7.86%。

表 1 纳米材料对黑腹果蝇寿命的影响

浓度处理	雌性果蝇平均寿命(天)	雄性果蝇平均寿命(天)
对照 CK	50.80 ± 1.60	45.58 ± 1.22
纳米材料原液	55.78 ± 0.75	49.16 ± 0.75
平均寿命延长百分比(%)	9.80	7.86

### 3 结语

通过对复合纳米材料过毒性检测, 显示结果为基本无毒。可以应用在人们日常生活中的各个方面。其核心机理为原子核外电子形成的负电位“电子云”具有较高的穿透性, 能够中和各种自由基, 对解决人体健康、美容、医疗等方面均有重大意义。当“电子云”材料植入在纺织布纤维中, 做成睡眠帽子或睡眠眼罩等 ELECLOUDS 产品, 便具有深层次的抗疲劳助睡眠功效。

### 参考文献:

- [1] 陈瑗. 自由基与衰老[M]. 北京: 北京人民卫生出版社, 2004.
- [2] 孙存. 自由基生物学导论[M]. 北京: 北京中国科技大学出版社, 1999.
- [3] DE, DD, FR, et al. Photodynamic therapy for cancer[J]. Nature reviews Cancer, 2003, 3(5): 380-387.

作者简介: 巫远程(1971-), 男, 中国广东五华人, 本科, 高级工程师, 从事纳米材料及大健康应用研究。