**基于红细胞的递送系统在疫苗中的应用**

**甘丽1 易平1 张馨元1\***

**摘要**

**研究目的：**红细胞在机体内含量丰富，成熟红细胞由骨髓造血干细胞分化而来。除携氧功能外，红细胞还具有免疫调节功能。研究表明，红细胞可与多种趋化因子及入侵机体的病原体相互作用，且其中富含的血红蛋白可参与固有免疫应答。正常红细胞寿命约120天，后经脾脏破坏。脾脏中含有大量免疫细胞，将红细胞作为递送载体可增强装载抗原与免疫细胞的相互作用，极有利于抗原递呈及免疫应答的发生。哺乳动物红细胞无细胞核、细胞器；且与传统疫苗佐剂相比具有更好的生物相容性，是理想的天然递送载体。本文对基于红细胞的递送载体在疫苗领域的应用情况进行综述。

**研究方法：**本文从制备方法、装载物类型、递送效率、免疫调节机制以及其应用在疫苗中的免疫效果等方面对基于红细胞的递送载体进行综述。

**研究结果：**红细胞可作为载体直接吸附包裹抗原的纳米颗粒，也可通过渗透或电穿孔等方法实现内装载。此外，亦可通过物理化学方法获得红细胞膜状结构，进而合成纳米囊泡（红细胞膜纳米囊泡技术）。基于红细胞的递送载体能够有效递送抗原肽段，增强抗原递呈，实现靶向递送并展现出抗原缓释作用。同时，基于红细胞的递送载体展现出与佐剂相似的效果，能够有效诱导较强的体液免疫与细胞免疫应答，在肿瘤疫苗中展现出突出的抗肿瘤活性。

**研究结论：**基于红细胞的递送载体因其本身的免疫调节功能及良好的生物相容性在疫苗领域中具有极大的应用潜力，尤其为肿瘤治疗性疫苗的研发提供了重要思路。但基于红细胞的递送载体制备过程相对复杂，尤其在为患者提供个体化治疗时，多需采用自身血液进行制备，这将是红细胞载体实现临床应用过程中面临的巨大挑战。现阶段，基于红细胞的载体在药物递送领域应用研究较为广泛，而针对其在疫苗领域的研究相对有限，未来仍有较大研究空间。