

Design, Fabrication, and Biological Evaluation of Polyphenol Loaded Smart Magnetic Nanocarriers for Targeted Breast Cancer Therapy

Mohammed Sahinsha MOHAMMED MUSTAFA, Krishnanand NAGARAJAN,
Latha SUBBIAH & Selvamani PALANISAMY *

*Department of Pharmaceutical Technology and Centre for Excellence
in Nanobio Translational Research, University College of Engineering, Bharathidasan Institute
of Technology Campus, Anna University, Tiruchirappalli – 620024, Tamil Nadu, India.*

SUMMARY. Breast cancer continues to be a leading cause of cancer-related deaths among women, underscoring the need for multifunctional drug delivery systems with therapeutic, diagnostic, and regenerative potential. This study developed rutin-loaded magnetic liposomes (RMLs) to overcome rutin's poor solubility and bioavailability. RMLs were synthesized by thin-film hydration, where citric-acid-coated Fe_3O_4 nanoparticles were embedded within a liposomal matrix. Physicochemical analyses confirmed coreshell nanoparticles (~269 nm, -30.2 mV) with superparamagnetic properties. Drug loading and entrapment efficiencies reached 8.16% and 80%, respectively, at 2 mg/mL rutin input. *In vitro* assays demonstrated dose- and time-dependent cytotoxicity against A549 and MDA-MB-231 cells, accompanied by G_0/G_1 arrest, ROS elevation, and apoptosis induction. Scratch assays with 3T3 fibroblasts revealed wound healing activity, while chorioallantoic membrane studies showed strong anti-angiogenic effects (65.3% vessel reduction, 58.7% branching decrease). Overall, RMLs offer a promising theranostic platform for breast cancer, combining therapeutic efficacy, magnetic responsiveness, regenerative potential, and anti-angiogenic properties.

RESUMEN. El cáncer de mama sigue siendo una de las principales causas de muerte por cáncer en mujeres, lo que subraya la necesidad de sistemas multifuncionales de administración de fármacos con potencial terapéutico, diagnóstico y regenerativo. Este estudio desarrolló liposomas magnéticos cargados con rutina (RML) para superar la baja solubilidad y biodisponibilidad de la rutina. Los RML se sintetizaron mediante hidratación de película delgada, donde nanopartículas de Fe_3O_4 recubiertas de ácido cítrico se incrustaron en una matriz liposomal. Los análisis fisicoquímicos confirmaron la presencia de nanopartículas coreshell (~269 nm, -30,2 mV) con propiedades superparamagnéticas. Las eficiencias de carga y atrapamiento del fármaco alcanzaron el 8,16 % y el 80 %, respectivamente, con una dosis de 2 mg/mL de rutina. Los ensayos *in vitro* demostraron citotoxicidad dependiente de la dosis y el tiempo contra células A549 y MDA-MB-231, acompañada de detención de G_0/G_1 , aumento de ROS e inducción de apoptosis. Los ensayos de scratch con fibroblastos 3T3 revelaron actividad cicatrizante, mientras que los estudios de membrana corioalantoidea mostraron fuertes efectos antiangiogénicos (65,3 % de reducción vascular, 58,7 % de disminución de la ramificación). En general, las RML ofrecen una prometedora plataforma teranóstica para el cáncer de mama, combinando eficacia terapéutica, respuesta magnética, potencial regenerativo y propiedades antiangiogénicas.

KEYWORDS: anti-angiogenesis; apoptosis; breast cancer; drug delivery; magnetic nanoparticles; rutin-loaded magnetic liposomes.

* Author to whom correspondence should be addressed. Email: selvamani@aubit.edu.in