

## Effects of Lignite-Derived Sodium Fulvate on Angiogenesis *In Vivo* and *In Vitro*

Jing YANG, Jing HE, Hui-Fen ZHANG, Yi-QIN, Wen-Ting ZHUANG, & Bao-Cai LI \*

Faculty of Life Science and Technology, Kunming University of Science and Technology,  
Kunming 650500, P.R. China

**SUMMARY.** The aim of our study was to investigate the effects of two sodium fulvate (SF) samples on angiogenesis *in vivo* and *in vitro*, and compared their pharmacological similarities and differences. The two SF samples were separately extracted from the lignite of Eshan (ES) county and Xundian (XD) county of Yunnan province in China. Human umbilical vein endothelial cells (HUVEC) model was used to evaluate the effects of SF on angiogenesis *in vitro*, the 3-(4, 5-dimethylthiazol-2-yl)-2, 5-diphenyltetrazolium bromide (MTT) assay was performed to determine HUVEC viability, HUVEC migration ability was determined by wound healing assay, and vascular endothelial growth factor (VEGF) expression was measured by enzyme-linked immune sorbent assay (ELISA). Chicken embryo chorioallantoic membrane (CAM) model was used to evaluate the effects of SF on angiogenesis *in vivo*. The results showed that both of the two SF samples could promote angiogenesis *in vitro* and *in vivo* at low concentration, and XD SF is more effective than ES SF *in vitro*. With the increase of concentration, the angiogenesis could be inhibited. Our study provided some basic data for the comprehensive utilization of ES lignite and XD lignite in Yunnan.

**RESUMEN.** El objetivo de nuestro estudio fue investigar los efectos de dos muestras de fulvato de sodio (SF) sobre la angiogénesis *in vivo* e *in vitro* y comparar sus similitudes y diferencias farmacológicas. Las dos muestras de SF se extrajeron por separado del lignito de los condados de Eshan (ES) y Xundian (XD) en la provincia de Yunnan en China. Se utilizó el modelo de células endoteliales de vena umbilical humana (HUVEC) para evaluar los efectos de SF sobre la angiogénesis *in vitro*, el 3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2, bromuro de 5-difeniltetrazolio (MTT) ensayo se realizó a determinar la viabilidad de HUVEC, la capacidad de migración de HUVEC se determinó mediante un ensayo de cicatrización de la herida y el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF) se midió por el ensayo de sorbente inmune ligado a enzimas (ELISA). El modelo de embrión de pollo de la membrana corioalantoidea (CAM) se utilizó para evaluar los efectos de SF sobre la angiogénesis *in vivo*. Los resultados mostraron que ambas muestras de SF podrían promover la angiogénesis *in vitro* e *in vivo* a baja concentración, siendo XD SF más eficaz que ES SF *in vitro*. Con el aumento de la concentración, la angiogénesis podría ser inhibida. Nuestro estudio proporcionó algunos datos básicos para la utilización integral de los lignitos ES y XD de Yunnan.

**KEY WORDS:** Angiogenesis, HUVEC, Lignite-derived sodium fulvate, VEGF.

\* Author to whom correspondence should be addressed. E-mail: baocaili@hotmail.com