

12 DISCUSIÓN

Ésta investigación tuvo como principal propósito la irradiación de nanopartículas *core-shell* Au/Fe₃O₄ encontradas en líneas celulares. Primero, se realizó la síntesis de éstas nanopartículas en donde se pudo observar la variación de tamaño de las nanopartículas de oro y de magnetita en comparación a las nanopartículas de oro recubiertas con magnetita y viceversa. Las nanopartículas de oro resultaron ser de un tamaño menor que las nanopartículas de magnetita y al ser recubiertas éste tamaño se vio incrementado. Esto, tiene sentido ya que las nanopartículas de magnetita claramente tenían un tamaño mayor que las de oro por lo que cuando se combinaron para crear la cubierta incrementaron el tamaño original de las nanopartículas de oro.

En cambio, las nanopartículas de oro recubiertas por magnetita tuvieron un menor tamaño que las de magnetita recubiertas por oro. Esto, se puede deber a causa de que las nanopartículas de oro inicialmente tienen un menor tamaño que las nanopartículas de magnetita, por lo que la superficie que se recubre es menor.

Por los antecedentes del estudio de Angulo (2014), donde se probó magnetita en la línea celular SiHa, se decidió ocupar éstas células. Para el caso de las MDA-MB-231, se utilizaron porque provienen de un tipo de cáncer que es de los más agresivos que hay y las células HaCaT para ver la acción de las nanopartículas en una línea celular de origen de tejido normal.

Al realizar los ensayos de citotoxicidad de los cuatro tipos de nanopartículas no se observó efecto tóxico en las células probadas hasta una concentración de 450 mg/mL, se decidió explorar hasta esa concentración ya que se contaba con un reporte donde se había analizado la citotoxicidad de las nanopartículas de magnetita hasta una concentración máxima de 80µg/mL en células SiHa (Angulo, 2014) por lo que se partió de ahí para explorar una concentración más alta (450 µg/mL), una más baja (50 µg/mL) y una intermedia (150 µg/mL) también porque sólo se tenía el reporte de las nanopartículas de magnetita más no de las de oro, oro con magnetita y magnetita con oro entonces el estudio fue completamente exploratorio.

Al probar las diferentes concentraciones de las nanopartículas, esperando tener un efecto tóxico, se pudo observar una mayor proliferación celular en comparación con el control indicando un efecto promotor del crecimiento más que inhibitor de éste. Éste comportamiento pudo ser observado tanto en células de origen tumoral como de los queratinocitos humanos.

En las pruebas de irradiación se utilizaron únicamente dos concentraciones una “baja” 15 $\mu\text{g}/\text{mL}$ y otra diez veces más alta 150 $\mu\text{g}/\text{mL}$. Tanto en células SiHa como en células MDA-MB-231 se observaron efectos de reducción en la proliferación celular a una concentración de 15 $\mu\text{g}/\text{mL}$. La diferencia fue que en células SiHa éste efecto se observó cuando las células fueron irradiadas a una distancia de 20 cm en un tiempo de 5 minutos con nanopartículas Au/Fe₃O₄ y para MDA-MB-231 con nanopartículas Fe₃O₄/Au irradiando a una distancia de 10cm por 3 minutos. Estos resultados indican que la luz infrarroja si causa el efecto de absorción de radiación y emisión de calor por las nanopartículas. También, para comprobar que realmente era efecto de la luz infrarroja y no sólo del aumento de temperatura se incubaron las células a 42°C (aumento de temperatura) junto con las NPs y no hubo disminución en la proliferación celular comparada con las células con NPs e irradiadas.

Las nanopartículas de oro y magnetita por si solas no generaron cambios en la proliferación celular, por lo tanto, podemos afirmar que el sistema *core-shell* es efectivo. Es necesario plantear protocolos de investigación para saber realmente el mecanismo de acción de las nanopartículas al ser colocadas como tratamiento en las células cancerosas.

Se tiene la hipótesis de que el hierro en forma de magnetita es captado metabolizado por la célula cancerosa para su beneficio debido a los mayores requerimientos de éste y favorece su alta capacidad de división. Las NPs *core-shell* una vez dentro de la célula, permite que la parte de oro también quede incorporada intracelularmente, por lo que se permite su alta conductividad térmica para emitir calor en la célula y de ésta forma matarla.

También, se deben estandarizar los parámetros de distancia y tiempo de irradiación, pero en cuanto a la concentración de nanopartículas fue observado que a menor concentración de las NPs Au/magnetita, mostró mayor efectividad para disminuir la proliferación celular que las otras NPs probadas en este trabajo.

El que no se haya observado disminución en la proliferación de células HaCaT aún con las nanopartículas irradiadas justifica el seguir investigando ésta alternativa de tratamiento de cáncer porque se trata de un método específico de ataque a células de origen canceroso sin afectar células “sanas” del organismo.