

Lesiones fototérmicas en tejidos blandos inducidas por microcalentadores de fibra óptica

Reseñado por Uriel Merino Reyes

Resumen

La terapia fototérmica ha demostrado ser una alternativa prometedora para el tratamiento de tumores, sin embargo, se necesita disponer de fuentes de calor localizadas para minimizar el daño al tejido sano circundante. Con este fin se desarrollaron microcalentadores de fibra óptica que incorporan nanopartículas de carbono y microcapas de oro en las puntas de las fibras ópticas para obtener efectos fototérmicos mejorados y calentamiento ex vivo (fuera del cuerpo vivo) del tejido.

¿QUÉ ES LA TERAPIA FOTOTÉRMICA Y PARA QUÉ SIRVE?

En años recientes el uso de calor ha servido para tratar tumores malignos en tejidos. Se han hecho experimentos en los que cuando se aumenta la temperatura por encima de la temperatura corporal se obtienen diferentes resultados, como la destrucción irreversible a las estructuras celulares o coagulación de la sangre, por ejemplo. Estos efectos lo que provocan es la muerte de las células cancerosas o la destrucción del tejido maligno.

Para este fin se han desarrollado varios dispositivos, sin embargo, la terapia fototérmica, es decir, el uso de luz para calentar tejido biológico, ofrece más ventajas ante los demás dispositivos, como la posibilidad de proporcionar luz in situ (en el sitio) mediante fibras ópticas. Algunas longitudes de onda de la luz permiten llegar a tejidos profundos, siendo una alternativa poco invasiva. La fototerapia permite la destrucción selectiva de células cancerosas, minimizando el daño al entorno del tejido maligno.

ALGUNOS INCONVENIENTES

Se ha utilizado la fototerapia para tratar diferentes tumores, tanto en animales como en humanos, sin embargo, la principal limitación de este tratamiento son las longitudes de onda disponibles para obtener los efectos fototérmicos deseados. Otro aspecto importante es la baja absorción de algunos tejidos que requieren el uso de láser de alta potencia y/o un tiempo de terapia prolongado que podría dañar al tejido, causando la muerte celular o la destrucción del tejido.

IMPORTANCIA DE LA NANOTECNOLOGÍA

Esos inconvenientes han ocasionado que se diseñen medios más efectivos para la terapia fototérmica, como nanopartículas de alta eficiencia que convierten la luz en calor. Muchos estudios demuestran la eficacia de esta técnica con diferentes tipos de nanopartículas, particularmente nanotubos de carbono y nanopartículas de oro. Aunque estas tienen que ser inyectadas y la biotoxicidad de los materiales aún es tema de controversia.

Por esta razón se desarrollaron microcalentadores de fibra óptica (OFMH) que entregan calor localizado para la terapia fototérmica. Estos dispositivos incorporan nanopartículas de carbono u oro en la punta de la fibra óptica, que mejoran los efectos de la terapia fototérmica, sin la necesidad de ser inyectados.

MICROCALENTADORES DE FIBRA ÓPTICA

Se fabricaron dos tipos de OFMH, el primero está fabricado con nanotubos de carbono (CNT) y el segundo utiliza microcapas de oro. Ambos materiales fueron elegidos debido a que se sabe que mejoran los efectos fototérmicos. Una de las características más atractivas de estos microcalentadores es la facilidad con la que se pueden fabricar; en el caso del primer microcalentador se tiene que limpiar la fibra óptica y cortar la punta de esta, que es en donde se van a poner los nanotubos de carbono mediante una técnica llamada deposición impulsada ópticamente y, por último, se recubre con una fina capa de oro la cara de la fibra óptica con los CNT, con el fin de adherir mejor los CNT y aumentar la conducción de calor. El proceso para el microcalentador con nanocapas de oro es más sencillo, ya que solo se necesita limpiar la fibra óptica y recubrir mediante pulverización catódica con una fina capa de oro.

Para probar ambos microcalentadores se provocaron lesiones localizadas inducidas por la luz en hígados extraídos de ratones de laboratorio. El OFMH se colocó directamente sobre la superficie del hígado y el extremo opuesto se conectó a un láser que se enciende durante el tiempo programado para cada prueba y después se apaga, por último, el OFMH fue extraído del hígado y las muestras se inspeccionaron por microscopía óptica.

La eficacia de los microcalentadores se midió en función del diámetro de las lesiones que ocasionaron en el hígado de los ratones. Se observó que existe una dependencia del diámetro de las lesiones con el tiempo de exposición y la potencia del láser, es decir, a mayor tiempo de exposición y potencia del láser, el diámetro de la lesión es más grande, incluso puede llegar a carbonizar el tejido.

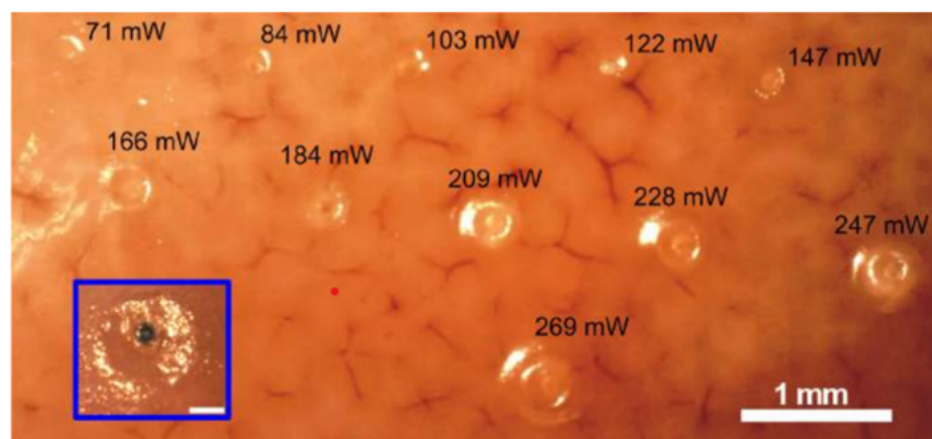


Ilustración 1. Lesiones inducidas en el hígado de ratón con los OFMH, utilizando diferentes potencias.

Los microcalentadores de fibra óptica son una alternativa interesante para inducir lesiones térmicas con luz, además de que resulta ser menos invasiva que otras técnicas, ya que

evita que se inyecten nanopartículas en el cuerpo, lo que elimina los problemas asociados a la toxicidad de las nanoestructuras. Son dispositivos capaces de generar calor de forma localizada, reduciendo el daño a tejidos ex vivo; también reduce el tiempo de tratamiento y el uso de láseres de alta potencia. Todas estas características hacen que sean ideales para el tratamiento de tejido maligno.

Reinher Pimentel-Domínguez, Paola Moreno-Álvarez, Mathieu Hautefeuille, Anahí Chavarría, and Juan Hernández-Cordero, "Photothermal lesions in soft tissue induced by optical fiber microheaters," Biomed. Opt. Express 7, 1138-1148 (2016).