

La técnica láser aplicada al estudio de la evolución de células cancerígenas

Omar Rodríguez Pinilla
Ingeniería Electrónica
Universidad Central

Jeimy Aldana, Verónica Arévalo
Estudiantes Ingeniería Electrónica
Universidad Central

RESUMEN: Hemos centrado todos nuestros esfuerzos e interés en el estudio del comportamiento evolutivo de agentes cancerígenos en la sangre, mediante la técnica de espectroscopía láser, con la cual podemos completar el cuadro general de la estructura molecular de las células cancerígenas y llegar a hacer un aporte significativo al estudio general de la sangre como motor esencial de la vida para los seres vivos.

Planteamiento del problema: Realizar una investigación para determinar las características de la sangre humana cuando ésta posee elementos cancerígenos.

Conceptualización: Todas y cada una de las moléculas en un organismo oscilan, por ser sistemas dinámicos, como lo es la naturaleza misma. Dichas oscilaciones pueden ser de diferente tipo: longitudinales, transversales o perpendiculares con relación a un sistema de referencia o sistema coordinado y son precisamente estas oscilaciones la base o producto del análisis. El problema es que si una molécula es regular, su respuesta a la acción directa del láser es muy diferente a la respuesta que puede generar una molécula irregular, como para el caso que nos ocupa: células cancerígenas.

La sangre representa cerca del 8% del peso del cuerpo y está dividida en dos componentes básicos: un componente sólido o celular y

un componente líquido que es básicamente el plasma.

Dentro de los componentes celulares tenemos los glóbulos rojos, cuya característica es que son anucleados, es decir, que no poseen núcleo celular; por ende su vida es limitada a cerca de 120 días, no pueden autorreproducirse, por lo cual se requiere que se generen glóbulos rojos a partir de células especializadas en la médula ósea; tienen forma de disco bicóncavo que garantiza que cumplan al máximo su función que básicamente es la de transportar oxígeno y dióxido de carbono. Este transporte de oxígeno se hace gracias a un pigmento que está en su interior que es la *hemoglobina* y que a su vez está compuesta por átomos de hierro, que gracias a que su carga es eléctrica positiva, se ejerce una fuerza de atracción sobre los átomos de oxígeno, produciendo así un transporte de éste por todo el organismo.

Dichos procesos se pueden enmarcar dentro de la teoría de las corrientes macroscópicas producidas por los campos electromagnéticos inducidos y generados por el movimiento de cargas y átomos.

Variables para tener en cuenta: De la situación señalada anteriormente, se desprende que las variables fundamentales que se deben tener en cuenta en el presente problema, entre otras son:

- Presión
- Temperatura
- Intensidad del campo eléctrico y magnético
- Intensidad de corriente
- Diferencia de potencial
- Grado de ionización
- Permeabilidad de las moléculas
- Sensibilidad molecular
- Estado inicial de la muestra de sangre
- Nivel de vacío

Descripción del problema: Con la utilización de un láser sintonizable de potencia (entre 5 y 10 W), ó 3 de baja, como se muestra en la figura 1, la muestra de sangre seleccionada es sometida a la acción directa de la onda electromagnética en la cámara de vacío, y evaporada, hasta un grado tal que dicha acción represente efectivamente una señal medible y a su vez analizable, como se especifica en la figura 2.

Se tiene el problema definido: a) una muestra sanguínea con agentes cancerígenos es sometida a condiciones externas variables (campos eléctricos y magnéticos), para determinar los niveles de evolución de la célula, es decir, para lograr una respuesta a los estímulos introducidos; b) la respuesta a tales estímulos es cuantificada, por ejemplo con la ayuda de un analizador de espectros y otros dispositivos electrónicos que permitan llevar a cabo una adecuada caracterización de la muestra.

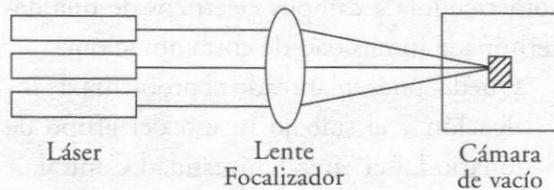


Figura 1: Diagrama esquemático de la acción láser sobre la muestra de sangre.

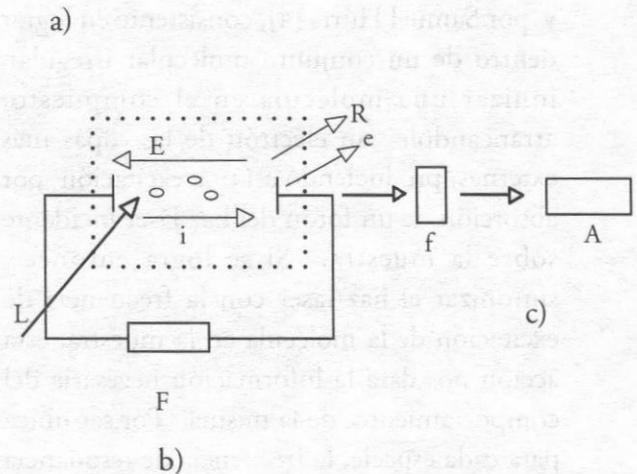


Figura 2: Descripción esquemática de la aplicación de un haz láser en el proceso de caracterización de una muestra evaporada de sangre en una cámara de vacío.

En la primera etapa:

a) la muestra se ioniza bajo la acción de un haz láser L focalizado.

En la segunda etapa:

b) se conecta un campo eléctrico E, relacionado con la fuente de voltaje F para separar los iones i del resto del material R, producidos entre dos electrodos e, haciéndolos incidir sobre un fotomultiplicador f para calcular la corriente generada y en la última etapa:

c) la información se lleva a un analizador espectral A para obtener el cuadro completo del comportamiento de la muestra.

El espectro luminoso constituye el “lenguaje” en el que se expresan los átomos y moléculas. Así como cada pueblo habla en lenguas diferentes, cada tipo de átomo o molécula y a su vez células completas absorbe y emite luz de longitudes de onda o “colores” característicos. Midiendo estas longitudes de onda, los investigadores han avanzado en el conocimiento de las propiedades de todos los elementos de la tabla periódica por su simplicidad en comparación con compuestos celulares.

El método llamado **espectroscopía de ionización por resonancia láser** desarrollado inicialmente por Letokhov [4] a partir de 1988

y por Samuel Hurts [4], consistente en lograr dentro de un conjunto molecular irregular, ionizar una molécula en el compuesto, arrancándole un electrón de las capas más externas, produciendo así una excitación por absorción de un fotón del haz láser incidente sobre la muestra. Si se logra entonces, sintonizar el haz láser con la frecuencia de excitación de la molécula en la muestra, esta acción nos dará la información necesaria del comportamiento de la misma. Por ser única para cada especie, la frecuencia de resonancia sólo estará relacionada con una molécula excitada con la frecuencia del láser. Una vez ionizada la molécula, ésta tendrá una carga eléctrica neta pudiendo ser separada de las demás con un campo eléctrico externo creado en la cámara de vacío.

La espectroscopía de ionización por resonancia láser es un sistema altamente selectivo, porque puede percibir hasta los "acentos" del lenguaje espectral de los átomos y moléculas. Lo anterior significa que podemos separar especies que presentan ligeras diferencias espectrales entre sí.

¿Por qué este método de espectroscopía de ionización por resonancia láser es una técnica tan precisa? Para responder a esta pregunta, debemos antes recordar que las energías de los electrones en un átomo están cuantificadas. Los electrones se encuentran sólo en un número discreto de niveles de energía. Un átomo pierde energía cuando uno de sus electrones realiza una transición desde un nivel de mayor energía hasta otro de menor energía (fenómeno denominado emisión espontánea), con relación a un estado base o nivel fundamental. En este proceso, el átomo emite un fotón que se lleva la energía de la transición. La longitud de onda asociada al fotón es inversamente proporcional a su energía, de manera que los fotones

asociados a la radiación de longitudes de onda corta serán más energéticos (como los fotones asociados a las longitudes de onda de color azul), que otros de mayor longitud de onda. Un electrón puede ir de un nivel más bajo de energía a otro de mayor energía si absorbe un fotón, pero la energía del fotón ha de ser exactamente igual a la diferencia entre las energías de los dos niveles involucrados en la transición.

La clave de la capacidad de selección del método de espectroscopía de ionización por resonancia láser, reside en la ionización escalonada de los átomos en las moléculas. En vez de utilizar un fotón "azul" altamente energético para arrancar un electrón periférico en la molécula, se emplean comúnmente de dos a tres fotones "rojos" de menor energía. Los primeros fotones excitan el átomo en la molécula hasta un estado intermedio entre la excitación y la ionización y el último fotón lo arranca completamente del átomo. Aunque la energía total para completar las diferentes etapas de la ionización puede ser aproximadamente igual para varios elementos, la probabilidad de que dos tipos de átomos tengan idéntico conjunto de estados energéticos es cero. Esa es la razón, por la cual, la espectroscopía de ionización por resonancia láser resulta tan idónea para ionizar moléculas. Otra ventaja que ofrece el anterior método, consiste en que funciona para la inmensa mayoría de sustancias, siempre que permitan formar un haz atómico. En algunos casos habrá que vaporizar antes la muestra (como para el caso que nos ocupa), introduciéndola en una cámara de vacío y sometiéndola a campos eléctricos de una determinada intensidad de corta duración.

Queda, pues, planteado el problema de investigación y el trabajo futuro del grupo de Seminario Láser en la Universidad Central.