

Nueva generación de biosensores aplicables a la Prevención de Riesgos laborales





1.- ¿Qué es un biosensor?

Un biosensor es un dispositivo de medida que permite identificar y cuantificar sustancias químicas o biológicas. Consta de un elemento biológico de reconocimiento de estas sustancias y un sensor electrónico que genera una señal que informa de su presencia y concentración.

El término biosensor comenzó a utilizarse a partir de 1977 cuando se desarrolló el primer dispositivo utilizando microorganismos vivos inmovilizados en la superficie de un electrodo sensible a amonio.

El biosensor transforma procesos biológicos en señales eléctricas u ópticas, permitiendo así la medición de parámetros químicos o biológicos. Están constituidos por un receptor biológico (por ejemplo proteínas, ADN, células,...), que detecta específicamente una sustancia mediante la especificidad de las interacciones biomoleculares, y un transductor o sensor, que interpreta la reacción de reconocimiento biológico que produce el receptor traduciéndola en una señal cuantificable.

El primer biosensor fue un analizador de glucosa desarrollado por Clark y Lyons en 1962 y es uno de los biosensores más utilizados diariamente por miles de personas en todo el mundo. Supone la prueba más concluyente de la utilidad de la tecnología biosensora, al ayudar a miles de enfermos diabéticos a mantener una mejor calidad de vida. Utiliza una enzima (receptor) que procesa moléculas de glucosa, liberando un electrón por cada molécula procesada. Dicho electrón es recogido en un electrodo (transductor) y el flujo de electrones es utilizado como una medida de la concentración de glucosa. Se pretende implantarlo en un pequeño chip viviente que sea capaz de monitorear a los pacientes en tiempo real por medio de una conexión inalámbrica.

Es frecuente confundir el término “biosensor” con un dispositivo que mide moléculas biológicas, cuando en realidad el nombre “biosensor” hace referencia a la parte receptora biológica que lleva incorporada en su interior. Por ejemplo, el medidor de glucosa, es un biosensor, ya que en su interior combina un electrodo (transductor) con una capa de enzimas glucosaoxidasas (receptor), encargadas de catalizar la reacción de descomposición de la glucosa. Cuando la reacción enzimática tiene lugar, el electrodo detecta un cambio redox, que es directamente proporcional a la concentración de glucosa en la sangre del paciente.

2.- Diversidad de Biosensores

Son muchos los dispositivos biosensores que se han desarrollado y muy variados los mecanismos físico-químicos de transducción que se han empleado para traducir la interacción biológica en una señal cuantificable y útil para el usuario.

Los biosensores están conformados de un amalgama de células vivas y componentes electrónicos.

Su clasificación viene impuesta tanto por la naturaleza de la biocapa receptora elegida como por el tipo del transductor empleado.

Como elementos biológicos receptores se pueden emplear enzimas, anticuerpos, receptores proteicos, secuencias de oligonucleótidos, fragmentos subcelulares como mitocondrias, secciones de tejidos animales y vegetales, células completas, etc. y como transductores, dispositivos ópticos, electroquímicos, y mecano-acústicos, principalmente. La combinación de las diversas capas receptoras con los diferentes transductores puede dar lugar a una gran variedad de dispositivos biosensores

Dependiendo del receptor empleado, los biosensores se pueden clasificar en:

- ✓ Electroquímicos, que determinan corrientes eléctricas asociadas con los electrones involucrados en procesos redox, usan electrodos selectivos para ciertos iones o determinan cambios en la conductancia asociados con cambios en el ambiente iónico de las soluciones;
- ✓ Termométricos, que utilizan dispositivos termistores capaces de registrar las pequeñas diferencias de temperatura producidas por las reacciones bioquímicas;
- ✓ Piezoeléctricos, donde la variación de la frecuencia de resonancia de un cristal piezoeléctrico se comporta linealmente con la densidad de masa superficial depositada sobre él.
- ✓ Ópticos, donde el componente biológico inmovilizado es una enzima ligada a un cromóforo que al absorber energía se excita para así emitir diversos colores;
- ✓ Celulares, que poseen células enteras inmovilizadas responden a un amplio espectro de sustratos.

3- Ventajas de los Biosensores

Las técnicas de análisis de laboratorio más habituales, ya sea de sustancias químicas o biológicas, suelen ser laboriosas, consumen mucho tiempo y en la mayoría de la ocasiones requieren personal especializado para su manejo

En contrapartida, los biosensores se caracterizan por

- ✓ Ofrecer la posibilidad de obtener medidas directas, continuas, de forma rápida y con alta sensibilidad

Pueden realizar el análisis de la sustancia a determinar en tiempo real y sin necesidad de marcador, a diferencia de cualquier análisis biológico o clínico que requiere siempre un marcador (ya sea colorimétrico, fluorescente o radioactivo). Estas características permiten a los biosensores la posibilidad de realizar no sólo un análisis cualitativo (si/no) y cuantitativo, sino

también la posibilidad de evaluar la cinética de la interacción o variación con el tiempo de los procesos (constante de afinidad, asociación, disociación,...) y, por tanto, averiguar los mecanismos fundamentales de dicha interacción. Pocas técnicas biotecnológicas permiten la evaluación en tiempo real de las cinéticas de interacción, por lo que la tecnología biosensora se está imponiendo en todas aquellas áreas donde es fundamental conocer los detalles cinéticos de la interacción biomolecular, como por ejemplo, en la evaluación de fármacos potenciales.

- ✓ Ser de pequeño tamaño y fácil portabilidad, por lo que se podrían utilizar en cualquier puesto de trabajo. Esto además significa que la cantidad de muestra para hacer el análisis es relativamente baja (de micro a nanolitros).
- ✓ Disponer de una especial sensibilidad y selectividad, consecuencia de que el receptor y el transductor, los dos constituyentes del biosensor, están integrados conjuntamente en íntima unión de dos mundos opuestos (el “vivo” y el “inerte”).
- ✓ A todo esto hay que unir que son económicos de producir, tienen un tiempo de vida larga y cuentan con una gran versatilidad que permite el diseño de dispositivos a la carta.

4- Aplicación de los biosensores

La aplicación de los biosensores en campos como la prevención de riesgos laborales y el control de procesos industriales, abre nuevas expectativas de utilidad además de los diagnósticos clínicos.

4.1.-Detección e identificación de agentes químicos potencialmente contaminantes

Los métodos de detección de contaminantes químicos utilizados en la actualidad, permiten medir un elevado número de compuestos, pero requieren de equipos caros y complejos y de personal especializado.

Se pueden usar biosensores ambientales conectados a sistemas de alarma, que alerten, de manera inmediata, del exceso de contaminantes emitidos en un determinado proceso de fabricación, permitiendo la toma rápida de decisiones de seguridad y correctivas.

Gracias a los biosensores, se podrán realizar análisis de detección, con un ahorro considerable en coste y tiempo, además de otorgarle una mayor tranquilidad, autonomía y operatividad a la empresa para hacer el seguimiento y la supervisión de prevención en la exposición a contaminantes químicos.

Los biosensores pueden ser integrados a los programas de control de contaminantes, implementándolos como métodos de seguimiento, capaces de predecir el posible peligro de efectos toxicológicos, midiendo una gran cantidad de contaminantes en cortos lapsos de tiempo, o como métodos de cribado (screeing), sirviendo como alerta de presencia de algún compuesto contaminante.

4.2.- Prevención de accidentes por fatiga

Con la utilización de biosensores se puede detectar y predecir la fatiga, y así evitar los accidentes laborales y de tráfico cuyo origen está en el sueño.

La pérdida de sueño, la fatiga excesiva, el estrés y la falta de atención constituyen las enfermedades sociales de nuestra época. Cada vez más, tendemos a sacrificar descanso y sosiego a cambio de dinero y ocio. Esto provoca que el porcentaje de población afectada por desórdenes relacionados con el sueño alcance cotas inaceptables (un 20% padece alguno de estos trastornos), así como un súbito aumento de las enfermedades asociadas al estrés y a la ansiedad. Añádase a todo ello el hecho de que la transición involuntaria de la vigilia al sueño y la falta de atención están en el origen de gran parte de los accidentes de tráfico e industriales.

Con el desarrollo de diversos proyectos, se analiza el sueño y sus conexiones con el estado consciente, así como con el estrés y otras emociones. Actualmente las investigaciones se centran en el desarrollo de tecnologías con micro y nano biosensores, con objeto de monitorizar, detectar y predecir las reacciones fisiológicas humanas en relación con el estado de vigilia, la fatiga y el estrés, en el desarrollo de las diferentes actividades laborales.

4.3.- Prevención de la deshidratación y golpe de calor

En determinadas actividades laborales y procesos industriales, la exposición de los trabajadores a temperaturas ambientales elevadas aumenta el riesgo de deshidratación o de golpe de calor.

La deshidratación (pérdida excesiva de agua y sales minerales del organismo) puede producir dolor de cabeza, náuseas, fatiga mental y física, y en casos graves, delirios, inconsciencia o incluso la muerte. Por su parte, el golpe de calor es un fallo agudo del sistema termorregulatorio, incapaz de evacuar todo el calor producido por el organismo, y como consecuencia se produce un drástico incremento de la temperatura corporal central, que alcanza valores superiores a 40 °C. Este episodio provoca alteraciones en el funcionamiento correcto de todas las funciones internas del organismo.

Tras establecer los criterios que permiten el control de la deshidratación, se ha avanzado eficazmente en el conocimiento de la respuesta fisiológica del usuario en situaciones de riesgo térmico, de manera no invasiva. Se han desarrollado biosensores capaces de medir las concentraciones de sodio y potasio en el sudor, consiguiendo monitorizar los cambios en la

composición del sudor.

La utilización de estos sistemas de fácil uso y bajo coste, permite anticiparse tanto a la deshidratación como a los golpes de calor, y prevenir posibles riesgos para la salud.

4.4.- Otras aplicaciones

Los biosensores también se utilizan para determinar las características organolépticas de los alimentos. En el caso de frutas se puede analizar el contenido de algunos ácidos orgánicos y azúcares que son indicadores de la madurez de las mismas. En los vinos, existen compuestos que dan lugar a la aparición de sabores y aromas desagradables como es el caso del 2,4,6-tricloroanisol, que es un compuesto de origen microbiano relacionado con los corchos que tapan las botellas.

Otra aplicación sorprendente son las lentillas biónicas, biosensores integrados en lentillas que permiten que éstas hagan un rápido diagnóstico de nuestra salud a través de la retina o mediante un dispositivo HUD (visualizador transparente que muestra los datos sin que el usuario desvíe la vista) que sustituyan el entorno que vemos por una realidad aumentada.