

NTP 146: Control biológico de contaminantes químicos



Côntrole biologique des agents chimiques
Biological monitoring of chemical agents

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Actualizada por la NTP 586.

Redactor:

Alicia Huici Montagud
Lda. en Ciencias Biológicas

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA - BARCELONA

Objetivo

Establecer los rasgos fundamentales del **control biológico**, sus ventajas e inconvenientes y, especialmente, exponer sus posibilidades.

Introducción

Para el control preventivo de trabajadores expuestos a contaminantes químicos, es necesario determinar la magnitud y el tiempo reales de su exposición y vigilar su estado de salud mediante técnicas capaces de revelar cualquier alteración del mismo lo antes posible. Ello requiere la cooperación de especialistas multidisciplinares, mejorando, generalmente, su eficacia al aumentar la coordinación de las distintas áreas implicadas.

La Higiene y la Medicina del Trabajo deben optimizar sus esfuerzos explotando conjuntamente los datos disponibles y así poder relacionar niveles admisibles de exposición y niveles admisibles de salud.

Conceptos básicos

Agentes o contaminantes

Sustancias extrañas al organismo capaces de producir efectos biológicos, entendiendo por tales cualquier cambio (bioquímico, funcional o estructural) medible.

Exposición a un agente químico

Medida del contacto entre el Agente químico y la superficie interna o externa del cuerpo humano (alvéolo, intestino, piel), expresado en términos de concentración en aire, agua o alimentos, y de tiempo de interacción Agente-Superficie corporal.

Dosis

Cantidad de contaminante absorbido o retenido en un organismo durante un intervalo específico de tiempo; generalmente se refiere al lugar en donde es activa (es decir, causa un efecto).

Como en el caso de la exposición, debe señalarse el tiempo y la frecuencia a los que se refiere.

Efecto crítico

Primer efecto detectable en relación a una exposición.

Órgano crítico

Órgano o sistema en el que se manifiesta el efecto crítico.

A partir de los conceptos anteriores, CEC (Commission of the European Communities), OSHA (Occupational Safety and Health Administration) y NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) acordaron, en un Seminario celebrado en 1980, las siguientes definiciones:

Control (Monitoring)

Actividad sistemática continua o repetitiva, relacionada con la salud y diseñada con fines correctores (es decir, para introducir medidas correctoras, si fuere necesario, o verificar la eficacia de las mismas). Se distinguen tres tipos de control:

Control ambiental (Ambient Monitoring)

Detección y medida de agentes en el ambiente laboral para evaluar la exposición ambiental a dicho agente, así como el riesgo para la salud que representa, comparando con una referencia adecuada.

Control Biológico (Biological Monitoring)

Detección y medida de contaminantes laborales, sus metabolitos y/o parámetros directa y estrechamente correlacionados con aquéllos, en tejidos, fluidos biológicos, aire exhalado o cualquier combinación de éstos, para evaluar exposición y riesgo para la salud, comparando con una referencia adecuada.

Vigilancia Médica (Health surveillance)

Examen periódico médico-fisiológico de trabajadores expuestos para proteger su salud y prevenir enfermedades profesionales.

Conviene añadir las siguientes definiciones:

Indicadores biológicos de dosis

Parámetros que señalen la concentración de contaminante, o de un metabolito del mismo, en un fluido biológico.

Los indicadores biológicos de dosis presentan una correlación directa con la exposición que se pretende evaluar, o bien con la cantidad total de contaminante acumulado en el organismo (carga corporal), mientras que suelen correlacionarse más indirectamente con las consecuencias de esa exposición (efecto).

Indicadores biológicos de efecto bioquímico

Parámetros basados en la variación de valores bioquímicos (actividad enzimática, producto metabólico, etc.), alterado por acción del contaminante, en un fluido biológico.

Indicadores biológicos de efecto fisiológico

Parámetros basados en variaciones fisiológicas, generalmente de los sistemas nervioso o respiratorio.

Espécimen

Material biológico representativo (generalmente sangre u orina) utilizado en un control biológico; este último, para determinar indirectamente la exposición a agentes químicos, mide su nivel de presencia y/o de interacción en el espécimen adecuado. Los especímenes a recolectar resultan tanto más practicables cuanto menos invasiva es la técnica.

Metodología

Para establecer el control biológico de un determinado contaminante en una población dada, es necesario conocer la cadena de correlaciones:

EXPOSICIÓN → DOSIS → EFECTO

La determinación de estas correlaciones es básica para poder seleccionar unos indicadores válidos tanto de dosis como de efecto.

Condiciones de validez a cumplir por un indicador biológico

Conocer, para la población a controlar, las relaciones cuantitativas exposición-dosis, dosis-efecto y exposición-efecto.

Seguir una distribución normal conocida y poco dispersa dentro de la población en estudio.

Sensibilidad suficiente para apreciar variaciones del mismo antes de que se produzcan efectos irreversibles.

Cumplirse las condiciones anteriores en los rangos frecuentes en ambientes laborales.

Especificidad suficiente para conferirle un cierto valor predictivo al indicador.

Practicabilidad analítica, no sólo teórica, sino teniendo en cuenta la viabilidad práctica de la técnica (coste, tiempo, personal y control de calidad).

Especímenes más utilizados

A excepción de los indicadores fisiológicos, cuya medida se obtiene por medios biofísicos, para los indicadores biológicos se utilizan diversos especímenes cuyas ventajas e inconvenientes respectivos se indican a continuación:

	VENTAJAS	INCONVENIENTES
SANGRE	<p>Generalmente MUY BUENA CORRELACION nivel sangre/exposición. Acostumbra a proporcionar el <i>indicador ideal de dosis</i>, desde el punto de vista de representatividad.</p>	<p><i>Técnica invasiva.</i> Personal especializado para la extracción. MATRIZ COMPLEJA, para el análisis BAJAS CONCENTRACIONES, que suponen otro esfuerzo analítico.</p>
ORINA	<p>Análisis poco dificultoso por: MATRIZ SENCILLA y accesible toma de muestras (VIGILAR CONTAMINACIONES). Suele proporcionar un <i>indicador útil de dosis</i>. Especimen ideal desde el punto de vista práctico.</p>	<p>Variaciones fisiológicas que obligan a tomar orinas de 24 horas o hacer <i>CORRECCIONES</i> de la concentración bien sea por densidad o por referencia a una sustancia regularmente excretada (creatinina).</p>
AIRE EXHALADO	<p>Muestreo rápido en bolsas de plástico, por la rápida aparición del contaminante exhalado invariado y la sencilla técnica de recolección. Análisis sencillo mediante cromatografía de gases. Preferido por el trabajador. Especimen <i>muy ventajoso, pero para un número limitado de contaminantes.</i></p>	<p>Sólo es practicable para <i>sustancias VOLATILES</i>. Poco estudiado aún en cuanto a representatividad y valores de referencia. Importante control del tiempo de muestreo. Influencia de la tasa de respiración.</p>

Condiciones requeridas para establecer el control biológico de un grupo de trabajadores expuestos a un determinado contaminante

Conocer las características físicas, químicas y toxicológicas del contaminante.

Disponer de indicadores válidos, desde todos los puntos de vista.

Disponer de valores normales para la población a estudiar.

Disponer de valores equivalentes al nivel de acción del contaminante.

Disponer de una exposición estable y conocer exactamente el comportamiento de los indicadores en relación a la duración de la exposición, al tiempo transcurrido entre el principio y el fin de la exposición y todos los factores fisiopatológicos que puedan originar interpretaciones falsas de los resultados obtenidos.

Aplicaciones prácticas

Determinación de la exposición y valoración de un riesgo en un grupo laboral bien definido

En este caso se utiliza como método complementario del control ambiental, dentro de un esquema integrado de prevención. Un ejemplo de ello sería el esquema propuesto por Grandjean (1982) para el control de exposiciones a cadmio:

INDICADOR BIOLÓGICO		PERIODICIDAD RECOMENDADA DEL CONTROL	VALORACION Y ACCIONES A TOMAR
Cd/Sangre ($\mu\text{g/l}$)	Cd/Orina ($\mu\text{g/l}$)		
< 10	< 10	Anual	Seguridad
> 10	< 10	Trimestral	Alta exposición en curso. Carga corporal dentro de límites. Mejorar condiciones higiénicas.
< 10	> 10	Trimestral	Exposición en curso dentro de límites. Antigua exposición (carga corporal fuera de límites) Prevenir nuevas exposiciones. Vigilar proteinuria.*
> 10	> 10	Trimestral	Elevada exposición. Elevada carga corporal. Mejorar las condiciones higiénicas. Vigilar proteinuria.*

* Si aparece proteinuria, alejar del foco de exposición en el cual, a partir de unos valores promediados en la población para Cd/S y Cd/O, se toman una serie de medidas higiénicas correctoras o preventivas y de vigilancia médica.

Método de screening o selección, previo a un control más profundo

Para determinar puestos de trabajo especialmente afectados y descartar otros, o bien proporcionar datos útiles a la vigilancia médica acerca de individuos afectados.

Por ejemplo, la determinación aislada de ZPP (protoporfirina cinc) en sangre para el control de la exposición a plomo es un análisis muy sistematizado, que por el bajo índice de falsos negativos que presenta, constituye una buena criba de grandes poblaciones, que no merecerán un estudio más profundo, si el resultado es negativo, ahorrando así un gran número de análisis específicos de Pb/aire y Pb/sangre. Los valores individuales esporádicamente elevados deben ser tratados por el servicio médico, para determinar si se trata de anemias, exposiciones extralaborales o algún otro tipo de patología.

Los métodos de screening son muy adecuados y eficaces cuando se desconocen las condiciones higiénicas y se dispone de amplias poblaciones o colectivos.

Comparación de poblaciones similares en condiciones distintas

Con objeto de analizar los factores diferenciales. En este caso debe disponerse de un colectivo suficientemente grande, como para poder concluir adecuadamente.

Ejemplo: Medición de un indicador de efecto (actividad de la acetilcolinesterasa en agricultores que utilizan distintos tipos de pesticidas).

Estudios de seguimiento

Para detectar cambios de las condiciones de exposición a lo largo de un período de tiempo.

Ejemplo: Después de haber introducido una medida correctora, comprobándose su efectividad, no sólo en la calidad ambiental, sino en la respuesta del colectivo expuesto. Para determinar cualquier cambio imprevisto que surja en las condiciones de exposición y haga variar la respuesta colectiva o individual (en este caso, la información debe suministrarse al servicio de vigilancia médica).

Ventajas e inconvenientes del control biológico

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Integración de los factores concentración y tiempo en una sola variable.	Aplicabilidad únicamente a tóxicos cuya vida media sea > 5 horas.
Evaluación del tóxico ABSORBIDO POR CUALQUIER VIA DE ENTRADA.	Solamente aplicable a colectivos homogéneos.
Evaluación del tóxico absorbido laboral y extralaboralmente (EXPOSICION TOTAL)	Desconocimiento de un gran número de correlaciones y cinéticas.
Detección de hipersusceptibilidades individuales, a valorar por la vigilancia médica.	Desconocimiento de valores referencia representativos para un gran número de contaminantes.
Integración de factores decisivos como la fatiga, el stress térmico, el stress nervioso, luminosidad, relaciones laborales, etc..	Exclusión de sensibilizantes, irritantes y cancerígenos. Frecuentes problemas analíticos.

Bibliografía

(1) ELKINS, H.B.

Excretory and Biological Threshold Limits

Am. Ind. Hyg. Ass. J., 28, 305-314, 1967

(2) LAUWERYS, R.

Biological criteria for selected industrial toxic chemicals

Scand. J. Work. Environ. Health 1. 139. 1975

(3) ZIELHUIS, R.L.

Biological monitoring

Scand. J. Work Environ. Health, 4, 1, 1978

(4) SHIELE, R.

Anwendbarkeit und Grenzen des Biological Monitoring in der Arbeitsmedizin und Epidemiologie

Z. Arbmed Arbschutz. Prophyl, 28, 1, 1978

(5) WARITZ, R.S.

Biological Indicators of Chemical Dosage and Burden

En: Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, vol. 3

Nueva York, John Wiley and Sons, 1979, 257-318

(6) THOMAS, J.M.; D.H. McKenzie y L.L. EBERHARDT

Some Limitations of Biological Monitoring

Env. Inter. 5, 3-10, 1981

(7) ALESSIO, L.

Examples of Biological Indicators in occupational Health

Comunicación personal. Ispra, 24 junio 1981

(8) LAUWERYS, R.

Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles

Mason, 1982

(9) BERLIN, A.R.E. YODAMEN, B.A. HENMAN

Assesament of Toxic Agents at the Workplace, Roles of Ambient and Biological Monitoring

Martinus Nijhoff Pub. para CCE, 1984