



CONTROL BIOLÓGICO DE TRABAJADORES EXPUESTOS A CONTAMINANTES QUÍMICOS

Ricardo Anguita Rodríguez y Yolanda Entrena Félix

Servicio Médico Repsol-YPF

SUMARIO: ■ CONTROL BIOLÓGICO. ■ PAPEL DEL MÉDICO DEL TRABAJO. ■ MODALIDADES DE DETERMINACIONES BIOLÓGICAS. ■ FUNDAMENTOS DEL USO DE INDICADORES. ■ INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS. ■ LÍMITES A LA INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS. ■ BIBLIOGRAFÍA.

Durante mucho tiempo, la evaluación de la exposición profesional a los contaminantes químicos se basó en la medición de dichos contaminantes en el ambiente de trabajo con ayuda de aparatos estáticos o muestreadores personales. Este método tiene unas limitaciones que vienen dadas por la imposibilidad de considerar a todos los trabajadores como grupos homogéneos que responden de la misma forma ante las sustancias químicas. Factores como: talla, peso, edad, condiciones físicas y fisiológicas... contribuyen a que la respuesta sea distinta, así como las costumbres higiénicas pueden favorecer la penetración de los contaminantes por otras vías distintas de la aérea, tales como la dérmica y la digestiva, que pueden crear distorsiones en la medición de los posibles contaminantes. Por otro lado, el control ambiental sólo proporciona una estimación de la dosis absorbida, porque lo que determina es la concentración en el aire y no la cantidad inhalada por el trabajador.

CONTROL BIOLÓGICO

Se trata de un método de apreciación del riesgo para la salud de los sujetos expuestos a una sustancia química basado en la estimación de la exposición interna del organismo (dosis interna). Esta evaluación se efectúa, en general, individualmente.

La dosis interna suele obtenerse midiendo la sustancia o sus metabolitos en diversos medios biológicos o midiendo los efectos biológicos no tóxicos correlacionados con la dosis interna. La vigilancia biológica se reserva generalmente para las sustancias que penetran en el organismo y que ejercen sus efectos sistémicos. El riesgo de exposición excesiva se aprecia por referencia a una concentración biológica permisible (BEI o Índice Biológico de Exposición).

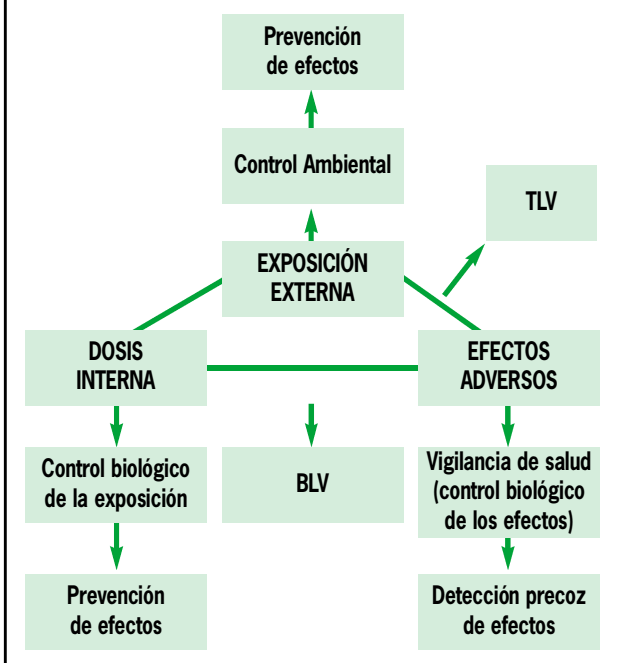
Como método es complementario al control ambiental, pues lo que ambos pretenden es conocer la dosis a que está expuesto el individuo y, en definitiva, la valoración del riesgo para la salud de éste en su puesto de trabajo.

Debe diferenciarse, del mismo modo, de la vigilancia de la salud que estudia los efectos de las sustancias químicas sobre los órganos, es decir, los efectos tóxicos pero a través de parámetros que no son específicos.

Hay que establecer una diferencia clara entre descubrir los efectos tóxicos y el control biológico de la exposición. El control biológico pretende descubrir las situaciones de riesgo para la salud del trabajador por una exposición excesiva, mientras que la vigilancia de la salud pretende detectar las manifestaciones clínicas cuando ya se han producido los efectos. La detección de un efecto biológico tóxico indica que el efecto se ha producido y, por tanto, forma parte de la vigilancia de la salud y no del control biológico.



ESQUEMA DE LAUWERYS QUE RELACIONA DOSIS EXTERNA, INTERNA Y EFECTOS ADVESOS Y SUS DIFERENTES CONTROLES.



La diferencia entre efectos tóxicos y no tóxicos es difícil en algunas ocasiones. En el "Seminario Internacional sobre Valoración de Agentes Tóxicos en el lugar de Trabajo. Funciones del Control Biológico y Ambiental" que tuvo lugar en Luxemburgo en 1980, se propuso la siguiente definición: "Un efecto biológico se considera tóxico si hay una reducción de la capacidad funcional, la capacidad de adaptación a nuevas agresiones o de la homeostasia, o una acentuada susceptibilidad a otros factores del ambiente, o si en futuro inmediato es posible que se manifiesten alteraciones funcionales".

La vigilancia de la exposición de uno o muchos individuos puede ser abordada de varias formas:

- De una forma global por la vigilancia de las atmósferas de trabajo, es decir por la medida de las concentraciones del contaminante en el ambiente de trabajo, testigo de la exposición externa del sujeto:
 - Los resultados de estas extracciones son comparados con unas normas de referencia (VLA-EC valor límite ambiental para una duración inferior o igual a 15 minutos; VLA-

ED valor límite ambiental para una exposición de 8 horas/40 horas semanales).

- En un enfoque de prevención colectiva, estos resultados pueden permitir igualmente evaluar la eficacia de los dispositivos de mejora del aire en el puesto de trabajo.
- De una forma individual:
 - Por la medición en el mismo individuo de la cantidad de sustancia absorbida: (vigilancia biológica de la exposición).
 - Por la detección de los efectos tóxicos, es decir la respuesta del organismo a la presencia o a la acción del agente químico. Efectos que no son todavía manifestación de una situación patológica, pero que son signos precoces de una respuesta del organismo (modificación de un parámetro hematológico, aumento de la actividad enzimática, perturbación de un metabolismo puesto en evidencia a nivel urinario, anomalías cromosómicas).

Los equivalentes biológicos de los valores límites atmosféricos son los Índices Biológicos de Exposición (BEIS), que son propuestos en EEUU por los higienistas de la ACGIH. Corresponden a aquellos niveles por debajo de los cuales, los trabajadores no van a enfermar, después de una exposición a concentraciones iguales al valor límite atmosférico. Están definidos para una exposición de 8 horas, 5 días a la semana. En España se llaman VLB (Valor Límite Biológico) elaborados por el INSHT y que sirven como referencia técnica para la evaluación y control de los riesgos inherentes a la exposición a contaminantes químicos.

PAPEL DEL MÉDICO DEL TRABAJO

La puesta en marcha de la vigilancia biológica incumbe al médico del trabajo. Es él quién sigue al personal, prescribe los exámenes y estudia los resultados. Según los casos, los análisis pueden realizarse a todo o a parte del personal. Como se verá más adelante, se distinguen unos indicadores para los cuales la extracción se realiza antes del



trabajo, después del trabajo y al final de la semana de trabajo.

Diferentes factores externos (estado de salud, modo de vida, toma de medicaciones, posibilidad de exposición extralaboral,...) pueden interferir y deben ser tenidos en cuenta. El médico debe establecer las modalidades e interpretar correctamente los resultados, los cuales deben ser cubiertos por el secreto profesional. Si se observase, tras la vigilancia biológica, una exposición de riesgo, es igualmente el médico quien debe con la ayuda de los responsables concernientes, proponer las medidas necesarias para cambiar los procedimientos de trabajo o mejorar los puestos de trabajo, la ventilación del puesto, las protecciones individuales o la higiene individual.

Complementaria a las técnicas tradicionales –esencialmente la vigilancia atmosférica– la vigilancia biológica presenta sobre esta última ciertas ventajas:

1. La concentración de sustancias en el ambiente de trabajo varía en el curso del tiempo. Estas variaciones se encuentran de manera más o menos atenuada en los medios biológicos y los BEIS pueden también dar constancia de las exposiciones acumulativas.
Puede, eventualmente, representar el único medio de vigilancia, cuando por ejemplo, las mediciones de concentraciones atmosféricas no son representativas del riesgo real, o ante situaciones de trabajo particulares (trabajo en espacios cerrados, esfuerzos físicos intensos con hiperventilación, desplazamientos de los trabajadores dentro de la misma fábrica).
2. La vigilancia biológica integra todas las vías de exposición: aérea, digestiva y cutánea o dérmica. El paso a través de la piel es a menudo ignorado o subestimado, como durante la exposición a las sustancias no volátiles (éteres de glicol, aminas aromáticas) cuando las concentraciones atmosféricas son muy fiables.
3. Puede también, en el plano individual, ser un medio complementario para controlar la eficacia de las medidas de prevención de unos trabajadores frente a otros que están expuestos a los mismos riesgos químicos.

4. La vigilancia biológica puede revelarse más económica en tiempo y medios que la vigilancia atmosférica.

5. La vigilancia biológica de exposición puede ser efectuada a posteriori, esto es una ventaja notable durante ciertas campañas de medición (seguidas tras un incidente de fabricación por ejemplo).

6. No obstante, habría que considerar, que al tomar en cuenta otras exposiciones, los resultados deben interpretarse como la exposición global, tanto laboral como externa (por ejemplo el plomo que puede estar contenido en la alimentación, el agua de bebida o en el medioambiente urbano).

Esta última circunstancia no debe ser contemplada como un inconveniente, sino que por el contrario, el preceptivo estudio y valoración de los riesgos que puedan afectar a los trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos (art. 37 R.D. 39/1997) convierte a la vigilancia biológica en un instrumento prioritario en la valoración final del trabajador en relación con su puesto de trabajo.

La vigilancia biológica puede complementarse con la vigilancia ambiental cuando las concentraciones del tóxico en el aire sobrepasan un cierto nivel, cuando las condiciones sean tales que las mediciones en ambiente no fueran representativas, o después de exposiciones excepcionales.

Esta vigilancia permite apreciar la exposición global. Esto puede ser interesante cuando la absorción oral o cutánea se revelan importantes. Los Médicos del Trabajo pueden ayudarse de la Guía editada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo donde vienen indicados todos los contaminantes químicos de los que se disponen VLA y VLB. El control biológico detecta la exposición y la impregnación del individuo. Comporta un conocimiento profundo de los trabajos y de los trabajadores. Las visitas sucesivas impuestas por las extracciones y por la transmisión de los resultados, son ocasiones de contactar el médico con los trabajadores, que éste debe aprovechar para informarles personalmente de cada uno de los riesgos a los que están expuestos y de los medios de prevención que deben adoptar. Los comentarios de los análisis, y de sus posibles variaciones,



representan un excelente soporte pedagógico para la educación sanitaria del personal. Puede así mismo permitir evaluar las medidas preventivas tomadas. Una observación colectiva y anónima de los Valores Límite Biológicos en unos grupos definidos de trabajadores expuestos, puede ser una contribución útil a la gestión del riesgo.

MODALIDADES DE DETERMINACIONES BIOLÓGICAS

¿Qué buscar?, ¿dónde?, ¿cuándo?. Es preciso conocer la evolución del tóxico en el cuerpo (toxicocinética, metabolismo).

El estricto respeto del protocolo es tan importante como la comparación con el valor de referencia propuesto.

Las extracciones deben ser efectuadas en condiciones de higiene rigurosas, para evitar todo riesgo de contaminación externa, que falsearía el valor del BEI.

- Cuando la sangre es recogida con vistas a efectuar unas dosificaciones de sustancias químicas volátiles, es necesario tener en cuenta la diferencia de concentración entre la sangre arterial y la venosa, debido a la absorción pulmonar. En ausencia de indicaciones contrarias, los BEIS relativos a las sustancias químicas volátiles se aplican en sangre venosa y no en sangre capilar.
- En cuanto a lo que concierne a los análisis urinarios, son las variaciones de volumen de las orinas las que afectan más a los resultados. Los BEIS para las sustancias donde la excreción depende de la diuresis se expresan con relación a la creatinina. Las orinas más diluidas o más concentradas no son generalmente utilizadas para la vigilancia y es necesario realizar nuevos análisis (la excreción media de creatinina diaria en un adulto es de alrededor de 1.5-1.7 g). Se desprecian aquellas orinas de densidad <1,010 g/l, creatinina <0,5 g/l y las de densidad >1,030 g/l, creatinina >3 g/l.

El momento del análisis se deben contemplar unas condiciones determinadas. En efecto, la distribu-

ción y eliminación de una sustancia química o de sus metabolitos, tanto como las modificaciones bioquímicas provocadas por la exposición a esta sustancia, siguen unos fenómenos cinéticos. Según la vida media del contaminante estudiado, se distingue:

- Los indicadores para los cuales el análisis es efectuado:
 - “antes del trabajo” (después de 16 horas sin exposición profesional).
 - “durante el trabajo” o “al final del trabajo” (durante las 2 últimas horas de la exposición profesional): contaminante caracterizado por una eliminación rápida (vida media inferior a 5 horas). No hay acumulación en el organismo y, en consecuencia, sólo los periodos de exposición y de post-exposición inmediata condicionan de manera crítica el momento de la extracción.
 - “Al final de la semana de trabajo” (después de 4-5 días de trabajo consecutivo con exposición laboral): contaminantes con vida media superior a 5 horas. Se produce una acumulación en el organismo durante el curso de la semana de trabajo; las exposiciones anteriores son entonces muy importantes para la elección del momento de la extracción.

Para las sustancias químicas cuya eliminación se hace en varias fases, el momento de extracción viene dado por la exposición cotidiana (según el puesto de trabajo) y durante una semana.

- Los indicadores para los cuales el momento de extracción no es importante: los de vida media muy larga. Las sustancias se acumulan en el organismo a lo largo de años. Después de algunas semanas de exposición, es posible evaluar estos indicadores no importa en qué momento.

FUNDAMENTOS DEL USO DE INDICADORES

El empleo de indicadores se basa, según Stevens, en:

1. Debe existir una relación lineal entre el parámetro biológico y la magnitud de la exposición.



2. Elevada especificidad en relación con el agente químico contaminante.
3. Existencia de una relación entre el biomarcador y el efecto adverso bien establecida.

Existen varios tipos de indicadores:

1. De exposición: cuya presencia demostraría la existencia de un contacto, por cualquier vía, con un agente externo específico.
2. De efecto: representan un cambio biológico o una respuesta por parte del organismo frente a un contaminante.
3. De susceptibilidad: moduladores de la respuesta del individuo frente a un mismo agente externo. Hay individuos más resistentes que otros.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de los análisis son interpretados por comparación con unos valores de referencia, en España con los VLB (Valores Límite Biológicos) adoptados por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, cuya última publicación es del año 2000.

En la interpretación de los datos obtenidos en una población, es necesario tener en cuenta unas diferencias intra e interindividuales en cuanto al nivel de los indicadores biológicos para las mismas condiciones de exposición profesional. Estas diferencias son debidas a la variabilidad de numerosos factores, considerados más adelante. Es necesario efectuar numerosos análisis para reducir la influencia de estos factores.

En la práctica, el tamaño de los grupos expuestos en unas condiciones definidas puede no disponerse de muchos individuos; puede que no sean más de uno o dos individuos los que puedan ser seguidos. Una medida aislada de un indicador biológico no puede ser explotada y no permite más que una apreciación puntual. Se realiza entonces un seguimiento en el tiempo, respetando los análisis en unas condiciones idénticas a intervalos determinados (por ejemplo una serie de análisis ante una modificación de las medidas de protección y otra después): es la variación relativa de los valores la

que podrá ser útil. En todos los casos, conviene comprobar que es lo que puede haber originado un valor anormalmente alto o bajo.

La vigilancia biológica de muchos individuos puede confirmar los resultados del control individual de la exposición por inhalación, pero cuando hay disparidad de resultados, es necesario examinar con atención el conjunto de factores que condicionan estos resultados para encontrar una explicación. Sin embargo, si las medidas realizadas en los controles biológicos de un trabajador son constantemente superiores al BEI de referencia o si la mayor parte de los resultados relativos a un grupo de trabajadores en el mismo puesto son superiores al BEI de referencia, es necesario buscar la causa de este desbordamiento y tomar las medidas apropiadas para reducir la exposición. En el plano colectivo, esta vigilancia biológica permite delimitar los grupos de riesgo de forma más precisa que la vigilancia ambiental, y también determinar grupos homogéneos de exposición.

LÍMITES A LA INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La vigilancia biológica puede confirmar los resultados de los controles de ambiente (VLA-ED y VLA-EC), pero cuando hay disparidad entre los resultados, es necesario examinar con atención el conjunto de las condiciones de exposición para encontrar una explicación.

La disparidad entre los datos obtenidos por el control ambiental y el control biológico, resulta de la variabilidad introducida por los factores siguientes:

- Procedimiento analítico: contaminación o deterioro de las muestras en el curso de la extracción, de la concentración (por ejemplo, papel de los estabilizantes utilizados para la conservación de la orina) o del análisis, variación de la solubilidad entre sustancias químicas parecidas, sesgos propios de los métodos analíticos.
- Condiciones de trabajo: intensidad de la carga física de trabajo (comportan una hiperventilación), fluctuación de la intensidad de exposición,



penetración cutánea, temperatura y humedad, presencia concomitante de otras sustancias químicas y uso de protecciones individuales.

- Estado fisiológico y estado de salud del trabajador: constitución física, patrimonio genético, alimentación (aporte de agua y lípidos), composición de los medios biológicos, edad, sexo, gestación, edad patológica...
- Diferencias entre modos de vida: actividades extraprofesionales, higiene personal, hábitos de trabajo y de alimentación, tabaquismo, consumo de alcohol y medicamentos, otras exposiciones (productos domésticos, otro puesto de trabajo).
- Medio ambiente: contaminación del agua y de los alimentos, polución atmosférica general y del domicilio.

La incidencia de estos factores debe ser evaluada caso por caso. El consumo de alcohol o de medicamentos, la exposición concomitante a otra sustancia química pueden modificar la relación entre la intensidad de la exposición profesional y el nivel del indicador biológico: sea modificando este nivel, sea modificando el metabolismo o la cinética de eliminación de la sustancia considerada. La literatura publicada aporta datos específicos sobre los efectos de estos factores.

Los Índices Biológicos de Exposición no permiten establecer una distinción neta entre una exposición peligrosa y no peligrosa. De hecho unas variaciones biológicas, los valores medidos en un individuo pueden ser superiores a los BEIS sin que por

ello se incremente el riesgo para su salud. Una intervención correctiva no debe desencadenarse a la vista de un resultado anormal aislado sino sobre la base de anomalías observadas sobre muchas muestras. Es necesario efectuar muchos análisis para reducir la influencia de los factores de variabilidad. Así en la mayoría de los casos, los BEIS deben ser utilizados como un valor medio de un grupo expuesto y no para un trabajador aislado.

BIBLIOGRAFÍA

- J. Obiols Quinto, A. Huici Montagud. *Control biológico de los trabajadores expuestos a contaminantes químicos*, 1998. INSHT.
- M.T Brondeau et O. Schneider. *Indicateurs biologiques d'exposition. Cahiers de notes documentaires*, 1999, n°174, pp.79-92.
- F. Conso. *La surveillance biologique, outil essentiel pour la prevention*. Conference le 19 novembre 1997 á l'INRS de Nancy.
- Ferrier V. *Surveillance biologique: une nouvelle frontière*. Travail et Sécurité, 1997, n°11, pp.13-18.
- Limasset J.C., Ducos P. *Utilisation des indicateurs biologiques pour l'évaluation des expositions professionnelles: un point de vue*. Cahiers de notes documentaires, 1988, n°133, pp.667-671.
- R. Lauwerys. *Toxicología industrial e intoxicaciones profesionales*, 1994. MASSON.

