

BIOMARCADOR DE EXPOSICIÓN A HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS

OCCUPATIONAL AND ENVIRONMENTAL MEDICINE - Reino Unido

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) son un grupo de sustancias que se generan por combustión incompleta de compuestos orgánicos. Se encuentran en el medio ambiente y pueden ser absorbidos vía inhalación del aire contaminado, humo del tabaco, humos de escape procedentes del tráfico, ingestión de agua contaminada y de alimentos ahumados o a la parrilla, etc. Además, también se encuentran en numerosos lugares de trabajo tales como en la producción de grafito, material ignífugo y de alquitrán y en los hornos de coque.

La Deutsche Forschungsgemeinschaft **DFG** (Fundación Alemana para la Investigación Científica de los riesgos para la salud en las

áreas de trabajo) clasifica a los **HAPs como cancerígenos para los humanos**. La exposición laboral a HAPs se asocia con el cáncer de pulmón, piel y vejiga.

En el lugar de trabajo los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) son absorbidos por inhalación o a través de la piel, siendo esta última una importante vía de entrada al organismo.

La cantidad absorbida por el individuo puede ser infravalorada si sólo se realiza un control del aire ambiental. Por tanto, **el control biológico juega un importante papel en la prevención de las enfermedades profesionales**.

Los metabolitos 1-hidroxipireno (OH-Pyr) e hidroxifenantrenos (OH-Phens) en orina se están usando ampliamente como biomarcadores fiables para estimar la exposición a HAPs en diferentes lugares de trabajo. Una desventaja de ambos es que ni el pireno ni el fenantreno tienen un notable potencial cancerígeno. Además, son insuficientes para estimar el riesgo cancerígeno.

El benzo(a)pireno (BaP) tiene un elevado potencial cancerígeno. Durante décadas su concentración en aire se ha utilizado como un indicador para evaluar la exposición externa a HAPs en higiene industrial, por ejemplo en Alemania. Como un metabolito del benzo(a)pireno, el **3-hidroxibenzo(a)pireno (3OH-BaP)** podría posibilitar una evaluación más rigurosa de la exposición en relación con el potencial cancerígeno.

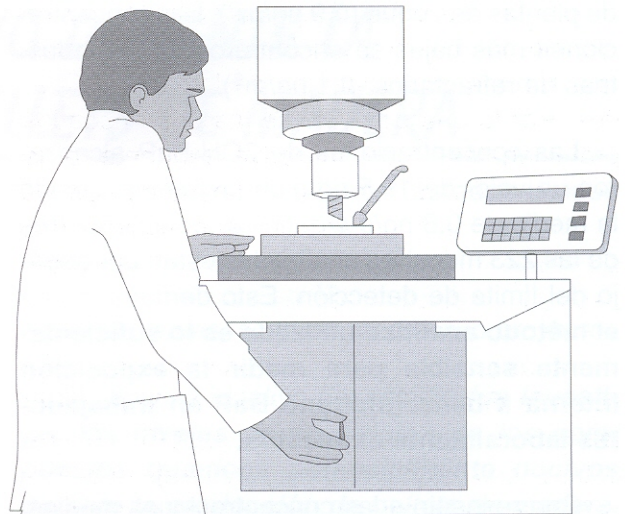
Simon y colaboradores han puesto a punto un método fiable por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) para el análisis de **3-hidroxibenzo(a)pireno (3OH-BaP)**, con 0,05 ng/litro de orina como límite de detección. Mediante este método la estimación del riesgo para la salud por exposición a HAPs puede mejorarse.

En este trabajo se incluye al 3OH-BaP como un parámetro adicional para la determinación de la exposición personal a HAPs en comparación directa con el 1-OH-Pyr (1-hidroxipireno) y la suma de los OH-Phens (hidroxifenantrenos).

El objetivo del trabajo es **estimar la fiabilidad analítica y diagnóstica del 3-OH-BaP como un biomarcador de la exposición personal a HAPs.**

Los lugares de trabajo estudiados fueron los siguientes:

- *Alimentador de convertidor (26 muestras): 4 días de muestreo en 3 plantas diferentes. Fuentes de exposición: cubiertas conteniendo material refractario.*
- *Producción de materiales refractarios (86 muestras): 4 días de muestreo en 2 plantas*



diferentes. Fuentes de exposición: materiales de recubrimiento.

- *Plantas de coque (87 muestras): 11 días de muestreo en 3 plantas diferentes. Fuentes de exposición: gas procedente de los hornos de coque.*

- *Producción de electrodos de grafito (26 muestras): 1 día de muestreo en 1 planta. Fuentes de exposición: material de recubrimiento.*

Casi todos los trabajadores llevaban guantes y ropa de protección adecuada.

*La determinación de HAPs en aire se realizó a nivel personal de acuerdo con el **método 5506 del NIOSH**. Los metabolitos en orina analizados fueron OH-Pyr, OH-Phens y 3OH-BaP.*

La evaluación ambiental realizada en una población de 199 trabajadores muestra que el fenantreno es el hidrocarburo aromático policíclico HAP más abundante en comparación con el pireno y el benzo(a)pireno (BaP).

El BaP es el compuesto con mayor riesgo cancerígeno. El 18 % de las muestras mostraron concentraciones de BaP en aire por debajo del límite de detección (0,04 µg/m³). La concentración media de BaP fue de 0,6 µg/m³. La media más alta se obtuvo en el alimentador de los convertidores (2,4 µg/m³) seguido de la producción de electrodos de grafito (1,5 µg/m³) y

de plantas de coque ($0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Las concentraciones más bajas se encontraron en las industrias de refractarios ($0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Las concentraciones de 3OH-BaP alcanzaron un valor de $19,5 \text{ ng}/\text{g}$ de creatinina, siendo la media de $0,8 \text{ ng}/\text{g}$ creatinina. Solamente tres de las 223 muestras analizadas están por debajo del límite de detección. Esto demuestra que **el método analítico utilizado es lo suficientemente sensible para medir la exposición interna a benzo(a)pireno BaP en trabajadores laboralmente expuestos.**

Con respecto a las concentraciones medias, los trabajadores de las plantas de coque, con $0,5 \text{ ng}/\text{g}$ creatinina, muestran valores de 3OH-BaP más bajos que en refractarios ($1,1 \text{ ng}$), convertidores ($1,2 \text{ ng}$) y producción de electrodos de grafito ($1,3 \text{ ng}$). Por otra parte, los trabajadores de electrodos de grafito muestran con diferencia los valores medios más bajos de OH-Phens y OH-Pyr, y las concentraciones medias más altas de 3OH-BaP en comparación con el resto de puestos evaluados.

No se ha encontrado correlación entre la concentración de BaP en aire y de 3OH-BaP en orina para los trabajadores de convertidores y electrodos de grafito. Por el contrario se han observado correlaciones estadísticamente significativas en los trabajadores de refractarios y plantas de coque.

Estas pobres correlaciones muestran que la concentración de 3OH-BaP en orina (control biológico) no refleja la concentración de BaP en el aire. Esta discrepancia se debe a que **existen otras vías de entrada al organismo diferentes a la inhalatoria, tales como la dérmica y la oral.** Por lo tanto, solamente el control ambiental no es suficiente para una correcta evaluación de la exposición profesional de los trabajadores a BaP.

El control biológico incluye a todas las fuentes de exposición para una evaluación global del riesgo. Debido al potencial cancerígeno del BaP, **se considera al 3OH-BaP como el biomarcador más relevante para la evaluación del ries-**

go, más que el OH-Pyr y los OH-Phens.

*Los trabajadores de las industrias mencionadas están expuestos a concentraciones elevadas de HAPs comparados con personas no expuestas en su trabajo. **Para evaluar el riesgo es necesario estimar la exposición interna mediante un control biológico.***

***El 3OH-BaP, metabolito del cancerígeno BaP, ha demostrado ser el biomarcador más adecuado para evaluar la exposición interna de los trabajadores en diferentes industrias.** Utilizando el 3-hidroxibenzo(a)pireno, la estimación del riesgo para la salud puede ser fundamentalmente mejorada ya que este parámetro representa al grupo de HAPs cancerígenos.*

El procedimiento analítico para el 3OH-BaP es complejo. No obstante, con personal cualificado y equipos adecuados se obtienen resultados muy fiables.

- *El 3OH-BaP representa al grupo de HAPs cancerígenos.*
- *El 3OH-BaP es un marcador sensible y diagnósticamente específico para el control biológico de HAPs.*
- *La aplicación satisfactoria del método analítico para 3OH-BaP conduce a resultados consistentes.*
- *El 3OH-BaP muestra una buena correlación con OH-Pyr y OH-Phens.*
- *La exposición vía humo de cigarro es mínima comparada con la exposición laboral en los puestos de trabajo estudiados.*

En definitiva se pueden deducir las siguientes implicaciones:

- *Utilizando el 3OH-BaP como un biomarcador es **posible cuantificar la cantidad total absorbida en el puesto de trabajo.***
- ***Puede determinarse el riesgo cancerígeno** y la necesidad de limitar la exposición a HAPs.*