

ESTUDIO DE LAS VARIACIONES EN LOS NIVELES DE BENZO(a)PIRENO DEBIDAS A CAMBIOS ESTACIONALES

M. Graupera, S. González, C. Conde, A. Cabrera *, A. Ilitsky ** y L. Solionova **

*Departamento de Biología del Instituto Nacional de Oncología y Radiobiología. * Instituto Nacional de Higiene y Epidemiología y ** Centro Científico de Oncología de la Academia de Ciencias de la URSS*

Recibido: 24 de enero de 1986

Recibido: 12 de mayo de 1986

ABSTRACT. Benz(a)pyrene (BP) levels in water are lowered by an spontaneous degradation process. Ultra-violet light and temperature, between others, are the main factors that influenced this process. Due to the characteristics of the tropical climate of Cuba, it has been detected, in the water from dams of Havana City and from the Bay of Havana a decrease of approximately 50 % in the levels of BP in the summer monts with respect to the winter ones.

RESUMEN. Los niveles de benzo(a)pireno (BP) en agua se ven disminuidos debido a un proceso de degradación espontánea conocido como autolimpieza. La acción de la luz ultravioleta del sol y la temperatura ejercen una influencia en este proceso, que en el caso del clima tropical de Cuba es muy marcada. Se han detectado, en las muestras de agua de presas de Ciudad de La Habana y de la Bahía de La Habana, un decrecimiento de los niveles de BP de aproximadamente 50 % en los meses de verano con respecto a los invernales.

INTRODUCCIÓN

Debido al gran desarrollo tecnológico alcanzado, la contaminación de las aguas por agentes químicos ha llegado a límites alarmantes. Entre estos agentes contaminantes se encuentran los hidrocarburos policíclicos aromáticos (HPA) ¹ los cuales se hallan ampliamente distribuidos en el ambiente y que poseen además un gran número de sustancias cancerígenas.

El benzo(a)pireno (BP) es uno de los cancerígenos más potentes de este grupo, además de su rápida determinación cuantitativa, razones éstas que lo han convertido en el indicador de todo el grupo ². Esto hace posible simplificar las investigaciones acerca de la contaminación del ambiente por HPA, limitando el estudio a la determinación del BP.

Son numerosas las fuentes de contaminación de las aguas por BP y entre ellas se encuentran los gases de escape de motores de barcos ³, el derrame de petróleo de barcos de carga ⁴, los sedimentos atmosféricos provenientes de la deposición del humo de las industrias y los gases de escape de aviones ⁵, residuales de industrias, principalmente refinerías de petróleo ⁶, etcétera.

En contraposición a este proceso, existe el de autolimpieza de las aguas, que consiste en la degradación natural del BP debido a numerosos factores del medio. Estos pueden ser de origen físico-quími-

co ⁷ como la luz ultravioleta del sol, el oxígeno y la temperatura, el ozono y la sedimentación ⁸ y de origen biológico ^{9,10} como la acción de los microorganismos del mar, peces, moluscos, etcétera.

La autolimpieza de las aguas por efecto de la luz UV del sol y el oxígeno consiste en una reacción de fotooxidación del BP en la cual la temperatura y la intensidad de la luz UV juegan un papel importante, dadas las características climáticas de Cuba ¹¹.

Esto fue demostrado en investigaciones realizadas ⁷ en las que se demostró que el BP disuelto en agua es descompuesto en un 98,3 % al ser expuesto a la luz solar durante 1 h en verano y en un 73,5 % en invierno.

Evidentemente, en condiciones naturales, este proceso de autolimpieza debía causar una disminución en los niveles de BP en las aguas en los meses de verano con respecto a los invernales y para determinar la veracidad de esta hipótesis se realizó el presente trabajo. En caso de un resultado positivo sería necesario tomar en cuenta la estación del año para un monitoreo de niveles de BP en las aguas.

Para este estudio se escogieron cuatro presas de Ciudad de La Habana, las cuales fueron muestreadas en invierno y en verano conjuntamente con varios puntos de la Bahía de La Habana, a fin de comparar las concentraciones de BP en ambas estaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

La recolección de las muestras se efectuó en horas de la mañana y todas dentro del período de un mes. Los puntos muestreados se indican en las Tablas I y II y todos están ubicados en la provincia Ciudad de La Habana.

Se tomaron en cada punto muestras de 1 L, a una profundidad de 30 cm y en 3 lugares diferentes conservándose en frascos ámbar. Después de la recolección éstas fueron procesadas antes de las 24 h, manteniéndose a 0 °C hasta el inicio del proceso.

Las muestras se descongelan y se procede a su extracción con 100 mL de ciclohexano.

TABLA I

Niveles de benzo(a)pireno en presas de la provincia Ciudad de La Habana en el muestreo estacional

Presa	Niveles de BP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Descomposición del BP (%)
	Verano	Invierno	
Ejército Rebelde	0,52 $\pm$ 0,02	1,00 $\pm$ 0,08	49,0
Ceiba	0,80 $\pm$ 0,04	1,60 $\pm$ 0,07	49,4
Río Hondo	0,40 $\pm$ 0,09	0,90 $\pm$ 0,14	51,0
Niña Bonita	0,39 $\pm$ 0,07	0,80 $\pm$ 0,04	50,7
Valor medio	0,52 $\pm$ 0,07	1,08 $\pm$ 0,22	50,02 $\pm$ 0,56

TABLA II

Niveles de benzo(a)pireno en puntos de la Bahía de La Habana en el muestreo estacional

Puntos de muestreo	Niveles de BP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Descomposición del BP (%)
	Verano	Invierno	
Ave. Puerto y Chacón	1 540 $\pm$ 21	3 080 $\pm$ 1	49,9
Ave. Puerto y Jústiz	1 070 $\pm$ 24	2 180 $\pm$ 6,2	50,8
Muelle "Osvaldo Sánchez"	1 390 $\pm$ 7,5	2 990 $\pm$ 45	53,5
Muelle "Haiphong" (1)	1 360 $\pm$ 24	3 330 $\pm$ 18	58,7
Muelle "Haiphong" (2)	1 170 $\pm$ 8,5	2 110 $\pm$ 3	44,7
Servicios marítimos	1 460 $\pm$ 31	2 840 $\pm$ 11	51,1
Valor medio	1 331 $\pm$ 75,8	2 750 $\pm$ 223,2	52,45 $\pm$ 0,69

El extracto se seca con sulfato de sodio anhidro y se concentra en rotaevaporador hasta un volumen de 0,2 mL.

El BP que contiene cada muestra se separa utilizando el método de cromatografía de capa delgada. Se utilizan placas de gel de sílice 60F-254 y se corren con mezcla ciclohexano: benceno (2:1) paralelamente a un patrón de BP. Se revela con luz ultravioleta.

La determinación cuantitativa se realiza por espectrofluorometría por el método de estándar externo¹².

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los niveles de BP determinados para las aguas de las presas muestreadas están reflejados en la Tabla I.

Los pares de valores de concentración de BP, invierno-verano, muestran para cada punto, una diferencia estadísticamente significativa al 99 %.

En la tabla se muestra la variación en los niveles de BP de una estación con respecto a la otra. Su media es de 50,02 % lo cual demuestra una acción muy intensa de los factores climáticos en la descomposición de este cancerígeno en agua dulce.

También en ella se puede apreciar que el valor medio de las concentraciones de BP en los meses de verano es de 0,52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ el cual está comprendido dentro del rango de concentraciones correspondientes al nivel "de fondo" de aguas de presas que incluye los valores por debajo de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, según la clasificación acerca de la contaminación de agua dulce². Sin embargo, el valor de los niveles de BP en invierno, de 1,08 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, cae dentro del

rango de concentraciones correspondientes al nivel moderado de contaminación por este cancerígeno en agua dulce el cual está entre 1 y 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Los resultados del muestreo estacional realizado en los puntos de la Bahía de La Habana están representados en la Tabla II.

También en este caso las diferencias entre los pares de valores, invierno-verano, son estadísticamente significativos a 99 %. Y en cuanto a los porcentajes de variación en los niveles de BP en verano con respecto a los invernales se obtuvo una media de 51,45 %.

Con respecto a los niveles medios de concentración de BP del agua de mar en el muestreo de verano e invierno se observa en la tabla que tienen un valor de 1 331 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 2 750 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. Esto significa que ambos están dentro del rango de contaminación "intensa" de los mares por BP según Shabad², el cual comprende valores mayores que 1 000 mg/m^3 .

Las diferencias tan marcadas entre los niveles de BP en ambas estaciones indican un intenso proceso de autolimpieza en las condiciones del clima tropical de Cuba lo cual corrobora la hipótesis planteada en base a los resultados obtenidos a nivel de laboratorio.

CONCLUSIONES

Se determinó una disminución en los niveles de benzo(a)pireno en las aguas de presas de un 50,02 % $\pm$ 0,56 % en los meses de verano con respecto a los invernales.

En las aguas de la Bahía de La Habana la variación estacional en el contenido de benzo(a)pireno fue de 51,45 % $\pm$ 0,69 %.

La estación del año en que se realice un muestreo es un parámetro a fijar en la planificación de un monitoreo de las aguas para la determinación de niveles de hidrocarburos policíclicos aromáticos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Phillips D. H. *Nature* 303, 468, 1983.
2. Shabad L. M. *Journal of the National Cancer Institute*, 64, 405, 1980.
3. Klubkov V. G. *Prot. of Hydrosphere* 56, 59, 1978.
4. Neff J. M. Applied Scientific Publications, London, 51-53, 1979.
5. Anders A. N. and Strand J. W. Atmospheric Pollutants in Natural Waters. 459-79, Ed. Eisenreich Steven, Sci. Ann. Arbor, Michigan, 1981.
6. Jensen K. *Water, Air and Soil Pollution*, 22, 57, 1984.
7. Rajagojagan R., Vohra K. G. and Mohan Ras A. M. *The Science of the total Environment*. 27, 33, 1983.
8. Knap A. H. *Marine Environmental Research* 7, 235, 1982.
9. Eadie B. J., Faust W., Gardner W. S. and Nalepa T. *Chemosphere* 11, 185, 1982.
10. Kveseth K. and Sortland B. *Chemosphere*, 11, 623, 1982.
11. Graupera M., González S., Ramírez L. e Ilitsky A. *Act. Oncol.* 3, 65, 1981.
12. Khesina A. Ya. Environmental Selected Methods of Analysis Vol. 3 Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, IARC Scientific Publications No. 29, 215, 1979.

PUBLICACIONES

En este libro se realiza una extensa revisión bibliográfica sobre estudios epidemiológicos, clínicos y experimentales relacionados con estas dos enfermedades, cuyo análisis ha permitido fundamentar posibles bases moleculares y celulares de la existencia de una regularidad de las defensas del organismo ante las infecciones, la enfermedad aterosclerótica y las neoplasias. Los elementos esenciales de esta interrelación estarían representados por componentes del metabolismo lipoproteico y del sistema inmune.

Consta de un capítulo introductorio donde se realizan algunas consideraciones generales respecto a las defensas del organismo frente a las enfermedades infecciosas, ateroscleróticas y neoplásicas. Un segundo y tercer capítulo donde se analizan las relaciones del metabolismo lipoproteico y el sistema inmune en la aterosclerosis y el cáncer respectivamente. Un cuarto capítulo trata de las interrelaciones entre estas dos enfermedades sobre estas bases, y un quinto donde se señalan algunas consideraciones finales relacionadas con las implicaciones y perspectivas de investigación derivadas de este nuevo enfoque.

POSIBLES BASES FISIOPATOLOGICAS COMUNES AL CANCER Y LA ATEROSCLEROSIS

J. López Ruíz
J. Illnait Ferrer
L. Sorell Gómez



Editorial CENIC