

MESA REDONDA SOBRE PATOLOGÍAS EMERGENTES

DISRUPTORES ENDOCRINOS EN AGUAS DE CONSUMO

Luis M. Fuentes Castellanos
Jefe de Tratamiento y Calidad
FCC-aqualia Oviedo UTE

DEFINICIONES Y GENERALIDADES

Lo primero que se ha de tener claro que es a lo que nos referimos cuando hablamos de disruptores endocrinos. La definición es la siguiente:

- *Conjunto heterogéneo de compuestos químicos, contaminantes medioambientales, que interaccionan con el sistema endocrino, suplantando a las hormonas naturales, trastornando de esta forma los procesos normales de reproducción y desarrollo.*

El equilibrio de los diferentes sistemas hormonales (hormonas sexuales, tiroideas, suprarrenales y otras) depende de la presencia, en concentración y momento adecuados, de los mediadores químicos naturales que conocemos como hormonas.

Los disruptores endocrinos, debido a su estructura química pueden interferir sobre el equilibrio hormonal de las siguientes formas:

- **Por bloqueo o neutralizando** las acciones hormonales. Se habla de compuestos antiestrogénicos si afectan a las hormonas femeninas y antiandrógenos cuando afectan a las masculinas.
- **Imitando o actuando** como los estrógenos. Los compuestos que actúan así son los llamados estrógenos medioambientales.
- **Imitando y bloqueando** a las hormonas.

- **Alternado la producción, el funcionamiento y la degradación** de las hormonas naturales y sus proteínas receptoras. Estos son los alteradores medioambientales.

PRESENCIA EN EL MEDIO AMBIENTE

Es evidente que todos los seres vivos alteran inevitablemente el medio ambiente en el que viven. Los seres humanos no son distintos en este aspecto. Sin embargo se ha producido una auténtica línea divisoria en la acción del hombre sobre el medio ambiente en el siglo XX. El aumento de la tecnología y el aumento de la población ha tenido como consecuencia un cambio de escala en la acción del ser humano en el medio ambiente.

En los últimos 50 años, las sustancias químicas sintéticas han adquirido omnipresencia en el medio ambiente de forma que es imposible encontrar un ser humano que no tenga en su organismo restos de al menos alguno de los numerosos disruptores endocrinos, en cantidades apreciables. Los más habituales son el DDT (o sus productos de descomposición) y los PCB's.

La razón de este último hecho es la gran afinidad de estos compuestos por las grasas. Esto posibilita que estos compuestos químicos se acumulen en el tejido adiposo, por lo que pasan a la cadena alimentaria.

Muchos de estos compuestos además de su carácter de disruptor endocrino habían sido previamente identificados por su toxicidad, ecotoxicidad, genotoxicidad y carcinogenicidad en diferentes sistemas.

La mayor parte de los disruptores endocrinos están incluidos en las listas de los contaminantes orgánicos persistentes (POP). Los casos más comunes son los de los pesticidas organoclorados y los policlorobifenilos (PCB).

Los seres humanos están expuestos a los disruptores endocrinos de muchas formas pero principalmente la exposición tiene lugar a través de la comida y del agua.

TABLA DE DISRUPTORES ENDOCRINOS

En la siguiente tabla se recogen los principales disruptores endocrinos conocidos hasta el momento. En ella además de las sustancias se recoge el origen de las mismas.

Productos químicos	Usos y origen
DDT y metabolitos	Pesticidas. Prohibido en el mundo occidental
Dieldrin	Pesticidas. Prohibido en el mundo occidental
Clordecona (Kepona)	Pesticidas. Prohibido en el mundo occidental
Endosulfan	Insecticida. Usado en la actualidad
Metoxicloro e hidroximetabolitos	Insecticida. Uso restringido
Toxafeno	Pesticida. Prohibido en el mundo occidental
Alquifenoles	Surfactantes. Usados en detergentes y en fabricación de polímeros plásticos
Ftalatos	Plastificantes. Usados en PVC
Bisfenol A y compuestos relacionados	Precursores de epoxiresinas
PCB's	Transformadores eléctricos
Fenilfenol	Limpiadores, desinfectantes
Dioxinas	Producción de cloro y compuestos clorados
Furanos	Producción de cloro y compuestos clorados
Tributilestaño y compuestos de estaño	Usados como algicidas

Esta lista no pretende ser exhaustiva, y más teniendo en cuenta que la lista de disruptores endocrino aumenta casi diariamente. No obstante la falta de un criterio preciso para la definición de disrupción endocrina, junto con la gran diversidad de estructuras químicas compatibles con la acción hormonal dificulta la identificación de estas sustancias.

PATOLOGÍAS ASOCIADAS

Aunque las pautas de presentación de los efectos de estas sustancias varían según la especie y son específicas de cada sustancia química se pueden formular cuatro enunciados generales:

1. Los efectos de los contaminantes pueden ser distintos sobre el embrión, el feto, el organismo perinatal o el adulto.
2. Los efectos se manifiestan con mayor frecuencia en la progenie que en el progenitor expuesto.
3. El momento de la exposición en el organismo en desarrollo es decisivo para determinar el carácter, la gravedad y su evolución.
4. Aunque la exposición crítica tenga lugar durante el desarrollo embrionario, las manifestaciones pueden no ser evidentes hasta la madurez del individuo.

A continuación se recogen algunos hechos relacionados con la exposición a los diferentes disruptores endocrinos:

- Aumento de cáncer de mama y de ovario.
- Aumento de cáncer de próstata y de testículo.
- Aumento significativo de los trastornos de carácter reproductivo en los últimos 40 años.
- Descenso de más del 50 % en el contaje espermático entre 1940 y 1990.
- Alteraciones en el desarrollo del sistema genitourinario, destacando el criptorquidismo entre ellas.
- Aumento de la endometriosis. Actualmente afecta al 10-20 % de las mujeres de estados unidos. Hasta 1920 solo había registrados 20 casos en el mundo.

El efecto de los disruptores endocrinos en animales en su medio ambiente está bien documentado. No es así en el caso de la salud humana. No obstante el hecho de que las observaciones sobre salud reproductiva de las especies expuestas recuerde los datos recogidos en el seguimiento e la descendencia de las madres tratadas con DES, permite enunciar una hipótesis causal.

El DES (dietilestilbestrol) fue utilizado durante años en casos de déficit estrogénico. Las madres tratadas con DES durante el embarazo muestran una

mayor probabilidad de tener hijos con enfermedades del tracto genitourinario, y una mayor incidencia de cáncer de vagina y de testículos.

Hay que decir que los efectos sobre la salud humana de la exposición a este tipo de sustancias están muy poco estudiados ya que hay más de 100.000 sustancias químicas artificiales registradas, y este número aumenta en más de 1.000 sustancias cada año. A este hecho se une el que no se conoce lo suficientemente bien el sistema endocrino, dada la complejidad de este.

Existe en la actualidad un proyecto de establecimiento de una lista de sustancias con función disruptora realizado por la Unión Europea. De este proyecto se han dado ya los primeros pasos, consistentes en la elaboración de una lista de sustancias divididas en grupos en función de la evidencia existente sobre su capacidad disruptora. Se ha fijado un total de 553 sustancias divididas en tres grupos.

El siguiente paso de este proyecto será el estudio de los efectos de las sustancias. En este punto existen de momento dificultades ya que no están claros ciertos aspectos metodológicos sobre la realización de los estudios.

También quiero en este punto resumir brevemente alguno de los efectos que tiene la exposición a disruptores en los animales. Alguno de los principales efectos demostrados son los siguientes:

- En invertebrados provocan cambios en las características sexuales.
- En peces provocan un funcionamiento anormal del tiroides, reducción de fertilidad, aparición de características del sexo opuesto y reducción de la puesta.
- En aves provocan efectos similares a los de los peces.
- En mamíferos provocan reducción de la fertilidad, desarrollo de características femeninas en los machos y alteraciones del sistema inmunitario.
- En reptiles provocan reducción en la puesta y desarrollo de características femeninas.

REGLAMENTACIÓN TÉCNICO SANITARIA PARA AGUAS DE CONSUMO PÚBLICO

Se ha de comentar que ningún país de la Unión Europea a desarrollado legislación específica sobre disruptores endocrinos aunque existen diversas Directivas que tienen relación con el tema.

Recientemente ha entrado en vigor la nueva reglamentación técnico sanitaria para aguas de consumo humano. Es el RD 140/2003 publicado en el mes de febrero de 2003. Esta reglamentación es la trasposición de la Directiva europea sobre el agua.

En este RD tan solo se recogen de las sustancias mencionadas hasta ahora los plaguicidas, Para estos se establece un valor paramétrico de 0,50 $\mu\text{g/l}$ para la suma total de plaguicidas. Para cada plaguicida individual el valor paramétrico es de 0,10 $\mu\text{g/l}$, excepto para los casos de Aldrín, Dieldrín, Heptacloro y Heptacloro epóxido, en los que el valor paramétrico se fija en 0,03 $\mu\text{g/l}$. Como vemos tenemos valores muy restrictivos para todos los plaguicidas y especialmente para cuatro de los más extendidos.

Sin embargo en el RD no se hace mención en ningún punto de los PCB's, que como hemos visto son disruptores endocrinos muy extendidos.

TÉCNICAS ANALÍTICAS PARA SU DETECCIÓN

Uno de los problemas que se ha planteado para el estudio de estas sustancias era que las técnicas analíticas disponibles hasta hace poco, no eran capaces de detectar las pequeñas concentraciones a las que éstas se encuentran en el medio ambiente.

Como vimos en el RD 140/2003, los límites para los plaguicidas son muy bajos, por lo que se requiere de técnicas analíticas muy sensibles, para poder detectarlos y además cuantificarlos con la exactitud y precisión requeridas por la legislación.

La mejora de técnicas analíticas como la cromatografía de gases acoplada con detección de masas y la cromatografía líquida de alta resolución, permiten la cuantificación de estas sustancias a niveles de ng/l (ppt), teniendo además en el caso de la cromatografía de gases con detección de masas la capacidad de identificar las sustancias por su espectro de masas, que es la huella digital de la sustancia.

FCC-aqualia Oviedo UTE, consciente de las cada vez mayores exigencias de la reglamentación ha realizado una importante inversión económica en el laboratorio del que dispone en Oviedo para la realización de los análisis establecidos por la legislación. Así dispone en la actualidad de un cromatógrafo de gases acoplado a una detector de masas y de un cromatógrafo de líquidos de alta resolución.

Con los equipos disponibles se analizan, entre otros parámetros determinados por la legislación, los plaguicidas y los PCB's pese a que estos últimos no están recogidos en el RD 140/2003.

Con estas técnicas podemos estar seguros de que el agua de suministro público a la población de Oviedo no contiene ninguno de estos compuestos.

TRATAMIENTO EN AGUAS DESTINADAS A CONSUMO HUMANO

Este tipo de sustancias son difíciles y costosas de eliminar del agua. Así pues cuando en un determinado recurso de agua destinada a consumo humano se detectan este tipo de sustancias, quizá la mejor opción sea buscar otro recurso. Por desgracia esto no es siempre posible y se ha de usar el agua del recurso disponible.

Evidentemente no se dispone de estudios de eliminación en el agua para todos y cada uno de los posibles disruptores endocrinos que es posible encontrar en el agua. Sin embargo como norma general el mejor proceso de eliminación de microcontaminantes orgánicos es el empleo de filtros de carbón activo.

En este tipo de filtros la eliminación de los microcontaminantes se produce por adsorción de estos en el carbón activo. Existen distintos tipos de carbón activo

por lo que es preciso realizar un estudio previo de cual es el carbón más adecuado en cada caso.

En **aqualia** se dispone de mucha experiencia en el empleo de este tipo de filtros en diferentes lugares de España donde se presentan los problemas mencionados.

Tratamientos del agua del tipo descrito presentan además otra serie de ventajas, como puede ser la mejora en el sabor del agua, pero su mayor inconveniente es el coste económico de la instalación de estos filtros y el del mantenimiento de los mismos al tener que reponer periódicamente el carbón activo que se pierde durante el proceso de tratamiento.