

PROYECTO UNAM

Coordinador: Roberto Arturo Gutiérrez Alcalá robargu@hotmail.com

Conferencia sobre estrellas masivas

El Instituto de Astronomía de la UNAM, dentro del ciclo "El universo. Los viernes", invita a la conferencia "Observando estrellas masivas con los telescopios espaciales", que impartirá la doctora Gloria Koenigsberger el 4 de octubre, a las 19:00 horas, en el auditorio París Pishmish, del citado instituto, en CU. Entrada libre. Más información en el teléfono 56-22-39-97



ESPECIAL

CONSECUENCIAS

DEL OZONO SOBRE LA PLASTICIDAD CEREBRAL

La pérdida de esta función es una de las características de las llamadas enfermedades neurodegenerativas, como la de Alzheimer y el mal de Parkinson

Roberto Gutiérrez Alcalá

A más de 10 mil metros de altura, el ozono es esencial para la vida en nuestro planeta, pues forma una capa que limita el ingreso de la radiación ultravioleta proveniente del Sol; sin embargo, a nivel de la superficie resulta un oxidante muy poderoso que causa daños en las personas, los animales y las plantas.

Desde hace dos décadas, la doctora Selva Lucía Rivas Arancibia y sus colaboradores del Departamento de Fisiología de la Facultad de Medicina de la UNAM estudian el efecto del estrés oxidativo (en el que el ozono juega un papel preponderante) sobre la plasticidad cerebral, o sea, sobre la capacidad de cambio que tiene el cerebro.

"Cuando el cerebro cambia, se establecen nuevas sinapsis (conexiones) entre neuronas como resultado del proceso de neurogénesis (formación de nuevas neuronas) que se lleva a cabo constantemente en aquél. Este proceso es muy importante para mantener las funciones superiores como el aprendizaje y la memoria de corto y de largo plazo, que dependen de la plasticidad cerebral. Si esto lo ponemos en el contexto de nuestra vida, las funciones cotidianas que realizamos, como saber dónde estacionamos el auto y qué tenemos que hacer hoy, dependen de esta capacidad de cambio del cerebro", señala Rivas Arancibia.

La pérdida de la plasticidad cerebral, ya sea por daño o muerte neuronal, o por una incapacidad de ciertas zonas del cerebro de formar nuevas neuronas, es una de las características de las enfermedades neurodegenerativas, como la de Alzheimer y el mal de Parkinson.

Experimentos con roedores

Al principio, los investigadores de la UNAM expusieron a roedores a altas dosis de ozono una sola vez durante cuatro horas, pero se dieron cuenta de que eso no producía un fenómeno de neurodegeneración progresiva, porque si bien la exposición a esas dosis causa un efecto de deterioro en el cerebro, también estimula los sistemas antioxidantes, por lo que éste se recupera casi de inmediato.

"Si nuestro organismo posee una capacidad antioxidante y le proporcionamos un estímulo de estrés oxidativo, lo que obtenemos es una respuesta de activación de los sistemas antioxidantes, que compensan el aumento de radicales libres y actúan como sistemas reparadores. Por lo tanto, las altas dosis de ozono no nos servirían para lo que buscábamos", dice Rivas Arancibia.

De este modo expusieron a otros roedores a más bajas dosis de ozono (0.25 partes por millón, que corresponden a entre 200 y 240 IMECA, la contaminación ambiental que hay en la ciudad de Mé-

“En los hospitales cada vez se reportan más consecuencias colaterales de la contaminación ambiental”

Selva Lucía Rivas Arancibia, investigadora de la Facultad de Medicina de la UNAM

xico en un día de precontingencia), durante cuatro horas por periodos de 7, 15, 30, 60 y 90 días.

"Encontramos que con este método se genera en el cerebro un estado de estrés oxidativo crónico, presente también en las enfermedades neurodegenerativas; y que, en animales sanos, la exposición crónica al ozono causa un proceso de neurodegeneración progresiva que afecta tanto a la sustancia nigra (lo cual representa un modelo del mal de Parkinson) como al hipocampo (lo cual puede representar un modelo de la enfermedad de Alzheimer). Lo que nos llamó la atención fue que los animales expuestos a esas dosis de ozono eran absolutamente sanos."

Los investigadores vieron, asimismo, que el compromiso fisiopatológico que existe en este caso se relaciona con una alteración de la respuesta inflamatoria; que si las dosis de ozono de 0.25 partes por millón se reciben muy de vez en cuando, no ocasionan ningún problema, pero si son muy repetitivas, como ocurre con su modelo, alteran la modulación del sistema inmune y la respuesta inflamatoria, y estas alteraciones contribuyen a que aparezca un proceso de neurodegeneración.

Una dieta rica en verduras, frutas, semillas y aceites vegetales mono o poliinsaturados, como los de oliva y de maíz, tiene un rol antioxidante muy importante y ayuda a la población sana a prevenir los efectos a largo plazo de la contaminación ambiental.

Otro aspecto importante reportado por Rivas Arancibia y sus colaboradores es que cuando se habla de un proceso de neurodegeneración progresiva, se habla de muerte celular, pero también de la pérdida de la capacidad que tiene el cerebro de repararse o restaurarse a sí mismo.

"Esta capacidad se da porque ciertas zonas del cerebro pueden originar el nacimiento de nuevas neuronas. Como esto está inhibido en un estado crónico de estrés oxidativo, mueren neuronas y a esas zonas del cerebro no llegan por migración nuevas neuronas para reemplazarlas. Es decir, hay tanto muerte celular como una inhibición de la reparación cerebral", explica la investigadora.

Cuando los efectos de este problema recién empiezan a observarse (a los siete días de exposición al ozono), todavía se pueden



» Problema de salud pública

Según Selva Lucía Rivas Arancibia, será necesario buscar una forma de mediar la vida productiva de la ciudad de México con las medidas de protección de la población.

"No podemos decir: queremos un día sin contaminación, que no haya tráfico en las calles y se paren las industrias.

Esto resulta imposible. No obstante, debemos tomar medidas de todo tipo para proteger a la población, porque este problema de salud pública podría salirse de control. En los hospitales cada vez se reportan más consecuencias colaterales de la contaminación ambiental."

» Límite máximo permisible

La Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-1993 establece para el ozono un límite máximo permisible de 0.11 partes por millón, lo que equivale a

216 microgramos por metro cúbico en una hora. Sin embargo en la ciudad de México este límite es rebasado frecuentemente.

revertir, pero después de un mes llegan a un punto donde el proceso de neurodegeneración se desencadena y se vuelve irreversible.

Poblaciones susceptibles

Los ancianos, en general, por todos los cambios metabólicos que implica una vejez normal, no patológica, y los niños son mucho más susceptibles a los cambios oxidantes del medio ambiente, porque la respuesta de sus defensas antioxidantes es menor.

Igualmente, las personas con cualquier enfermedad crónica degenerativa ya preexistente (como la diabetes, el cáncer, la enfermedad de Alzheimer o el mal de Parkinson, que cursan con un estado crónico de estrés oxidativo), se vuelven muy vulnerables a esos cambios, porque no tienen buenas defensas antioxidantes que les permitan contrarrestar los efectos de los radicales libres.

cuando hay altos índices de contaminación ambiental.

"No debemos olvidar que los mayores índices de contaminación ambiental por ozono aparecen alrededor del mediodía, cuando la luz del Sol alcanza su plenitud, y duran cuatro o cinco horas, de 11 ó 12 de la mañana a 4 ó 5 de la tarde", indica Rivas Arancibia.

Medidas de todo tipo

De acuerdo con los estudios de los investigadores, los efectos del ozono comenzaron a manifestarse en los roedores a los siete días. Al término de ese lapso encontraron, por un lado, que había un proceso inflamatorio, un estado de estrés oxidativo, que implicaba que los marcadores de dicho estrés, como la oxidación de lípidos y de proteínas, estaban elevados en la sangre y en los órganos que estudiaron; y, por el otro, que las defensas antioxidantes también estaban elevadas, tratando de compensar esos cambios.

Sin embargo, cuando se llegó a los 30 días de exposición al ozono encontraron que esos parámetros habían aumentado, que la respuesta era irreversible y que las defensas antioxidantes endógenas disminuían y enzimas como la superóxido dismutasa y la glutatión peroxidada perdían su actividad antioxidante.

"Pensamos que, en nuestro modelo, los 30 días de exposición al ozono es un momento clave; en algunos experimentos, al cabo de ese lapso, hemos retirado a los animales del ozono y después de un mes los hemos estudiado, y los parámetros de oxidación y de neurodegeneración han seguido subiendo. Esto indica que, aunque los saquemos de la exposición al ozono y los pongamos en un medio no contaminado, una vez que se dispersa, el proceso de neurodegeneración progresiva es prácticamente irreversible."

La investigadora y sus colaboradores ya tienen los modelos de neurodegeneración progresiva y ahora aplican diferentes sustancias que puedan contrarrestar los efectos de los radicales libres o estimular la producción endógena de sistemas antioxidantes.

"En la ciudad de México ya vivimos las consecuencias de la contaminación ambiental y lo que ahora hay que hacer es tomar medidas de todo tipo para que una población informada pueda protegerse de esta amenaza que finalmente no vemos, ni de la cual somos conscientes porque el desarrollo de los problemas que ocasiona es como nuestro modelo de estudio: lento y paulatino", finaliza Rivas Arancibia.