

Un metal que está en todos lados

La otra cara del aluminio

por Cecilia Draghi
cdraghi@bl.fcen.uba.ar

En mil y un objetos es posible hallar al aluminio gracias a sus múltiples virtudes. Aunque no se vea, este metal está en los aditivos agregados a cereales, quesos, así como en medicamentos. Sin embargo, su utilización no le es indiferente al organismo y lo más preocupante es que tampoco existen pautas de control en las diferentes fuentes de exposición, según revelan investigadores de Exactas.



Liviano, dúctil, pero a la vez increíblemente fuerte, el aluminio reúne las virtudes soñadas para un metal. No en vano tiene múltiples aplicaciones. Es posible hallarlo en el papel de regalo, en utensilios de cocina o en la estructura de un avión. Aquí y allá vivimos en contacto directo con él, aunque a simple vista no lo parezca; también está presente en un té con limón y hasta en un antiácido u otros medicamentos de venta libre.

Sin embargo, su uso no resulta indiferente a los seres vivos. "No es inocuo. Si por razones farmacológicas, alimentarias, laborales u otras, se tiene acceso permanente durante un largo plazo es posible que afecte al organismo", destaca la doctora Alcira Nesse, del departamento de Química Biológica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA. "En principio altera el sistema nervioso, el óseo y, en menor medida, el sistema eritropoyético, que es el encargado de producir glóbulos rojos (eritrocitos). En este caso se lo asocia con la anemia", agrega la



doctora Graciela Garbossa, integrante del equipo junto con los licenciados Gladys Pérez, Daniela Vittori y Nicolás Pregi.

Es tal su propagación que casi resulta una misión imposible dar con una célula que no contenga algún átomo de este metal, a pesar de que no tiene ninguna función conocida en el organismo.

Nunca el hombre estuvo tan rodeado de este elemento. No porque no estuviera disperso en la superficie terrestre; de hecho, encabeza el ranking de abundancia relativa de metales en el planeta con un ocho por ciento. Si bien estaba diseminado por el mundo –y ya en Asia Menor, hace más de 6000 años, algunos de sus compuestos eran empleados en la elaboración de cerámica– hubo que esperar hasta fines del siglo XIX para que un método económico y sencillo permitiera separarlo de sus combinaciones. Recién entonces nació una era que lo tiene por protagonista. Este verdadero *boom* alcanzado por sus conocidas ventajas no se detiene. Es tal su propagación que casi resulta una misión imposible dar con una célula que no contenga algún átomo de este metal, a pesar de que no tiene ninguna función conocida en el organismo. De esto último se desprende que su incorporación pueda provocar toxicidad.

“El empleo generalizado de aluminio en nuestra sociedad constituye un riesgo latente de acumulación del metal en la población general”, coinciden los investigadores. Pero atención, esto no quiere de-

PEOR CON CÍTRICOS

A la hora del té siempre está invitado el aluminio, y en mayor proporción si se le agrega limón. “El anión citrato favorece la incorporación intestinal del aluminio”, puntualizan las investigadoras. Cuando un pollo al horno con rodajas de limón es envuelto con papel de aluminio, no es raro observar luego de la cocción manchas oscuras en el envoltorio donde éste estuvo en contacto con el cítrico. “Es que su contenido disuelve el aluminio y lo mantiene en solución. De este modo es ingresado al organismo”, indica la doctora Graciela Garbossa. Siempre es conveniente tener presente que, como metal sólido, el aluminio no es tóxico, pero cuando logra disolverse o ser polvo puede ingresar al organismo. En este sentido, las especialistas advierten: “Afortunadamente, la mayoría de los alimentos no disuelve cantidades importantes del catión pero tanto el calor suministrado durante la cocción como la adición de soluciones ácidas y salinas aumentan considerablemente su disolución”.

cir que ingrese al organismo por el simple hecho de apoyarnos en una baranda o estar rodeados de carpintería de este material. “Su incorporación sólo es posible cuando logra disolverse en medios ácidos o alcalinos en el caso de ciertos alimentos (ver recuadro “Peor con cítricos”) que intensifican sus posibilidades de in-

corporación al cocinarse por efecto de calor”, subrayan.

También se incorpora al cuerpo al inhalar polvos, vapores o humos, en el caso de trabajadores en minas, imprentas o fundiciones. Este extendido uso industrial genera residuos que llegan a los más diversos sectores a través de los efluentes y por vía indirecta puede acumularse en el organismo. Tampoco falta como coadyuvante en vacunas contra difteria, tétanos, hepatitis, rabia y ántrax y en soluciones intravenosas y parenterales. “Se desconocen los límites de seguridad para la ingestión oral o administración endovenosa de compuestos de aluminio, y la circunstancia más preocupante es que tampoco existen pautas indicativas del control del metal en las diferentes fuentes de exposición”, resaltan.

“Aunque esta relación todavía es motivo de controversia, no se puede ignorar la participación de la intoxicación aluminica en el desarrollo de severas manifestaciones neurológicas”

El cerebro, por ejemplo, es uno de los sitios donde se aloja el aluminio, independiente del modo en que haya ingresado al cuerpo. Pérdida de memoria así como de curiosidad, temblores, convulsiones pueden revelar su presencia neurotóxica. Y en niños pequeños es posible detectar una regresión de las aptitudes verbales o motoras.

Tampoco faltan estudios epidemiológicos que lo vinculan al Mal de Alzheimer. “Aunque esta relación todavía es

motivo de controversia, no se puede ignorar la participación de la intoxicación aluminica en el desarrollo de severas manifestaciones neurológicas”, indican.

Este metal también encuentra cabida en los huesos. Prueba de ello son las biopsias óseas que delatan su presencia. Y, además, no escapan a su influencia diversos trastornos hematológicos como la anemia. En este aspecto –poco estudiado a nivel mundial y que está relacionado con el sistema eritropoyético, o de generación de glóbulos rojos– es donde centró su mirada este equipo de investigación a cargo de la doctora Nesse.

Más de veinte años en la mira

Hace más de dos décadas, Nesse, apasionada por la química, no ocultó desde un principio su atracción por ese laboratorio que todos llevamos auestas: los riñones. Cuando estos depuradores del organismo no funcionan de modo adecuado, no pueden deshacerse de ciertas sustancias que se amontonan peligrosamente. “En el Instituto Lanari empecé a trabajar con pacientes renales terminales, que por su propia dolencia padecían anemia que se agravaba aún más cuando eran sometidos a hemodiálisis”, recuerda. En este proceso se extrae sangre del cuerpo y se bombea al interior de un aparato que filtra las sus-

tancias tóxicas supliendo al maltrecho sistema renal. Para esta tarea el equipo empleaba agua corriente. Pero hete aquí un detalle que en ese entonces no se tenía en cuenta. “Durante el proceso de potabilización del agua se usa sulfato de aluminio, que siempre deja restos. Y en este caso ingresaba al organismo cuando la sangre era purificada”, describe Garbossa.

Pero además, “estos pacientes, por su desequilibrio metabólico, acumulan una alta proporción de fosfatos. Para contrarrestarlos se les daba, con criterio farmacológico, hidróxido de aluminio”, agrega. Pero estas dos vías comenzaron a llamar la atención “cuando comenzó a asociarse al aluminio con trastornos neurológicos como “demencia aluminica”, y con problemas óseos o hematológicos. Entonces se tomaron precauciones con el agua con la que se preparaba el líquido de diálisis, y comenzó a disminuir la frecuencia de algunos síntomas”, relatan. Una vez relacionado este metal con diferentes alteraciones, el equipo se abocó a estudiar su efecto en el sistema eritropoyético.

Los glóbulos rojos son las células cargadas de hemoglobina que permiten transportar oxígeno desde los pulmones hasta los tejidos de todo el cuerpo. La disminución en su concentración es conocida como anemia. Esta consecuencia fue sufrida por ratas de laboratorio con problemas renales que bebieron soluciones de aluminio. Lo mismo comprobaron luego en animales sanos que recibían sobrecarga de aluminio vía oral. Las imágenes obtenidas por microscopio electrónico de barrido indicaban que el aspecto o morfología de los glóbulos rojos no era el normal.

Debido a la complejidad y a los numerosos factores que pueden influir en un ser vivo, se limitaron en el paso siguiente a descifrar en una sola línea celular (K562) cómo este metal estaba afectando la síntesis de hemoglobina y por ello producía anemia.

¿DÓNDE ESTÁ?

Aunque no sea visible, el aluminio está contenido en numerosos alimentos. “No sólo en su manufactura sino también durante el almacenaje en contenedores como latas y envoltorios”, explican las investigadoras. En mayor proporción se halla en los aditivos agregados a cereales, quesos procesados y sal, así como en el procesamiento industrial de conservas de frutas y cerveza, o en polvos de hornear, conservantes y agentes emulsificantes alimentarios.



En medicamentos de vía oral es posible hallarlos en algunos suplementos de calcio, y el acetilsalicilato de aluminio que es el analgésico y antipirético de elección para quienes la aspirina ocasiona irritación de la mucosa gástrica. Los antiácidos contienen dihidroxiglicinato, dihidroxialantoinato o hidróxido de aluminio y “su ingestión cotidiana constituye una de las mayores fuentes del metal”, destacaron.

En antitranspirantes también está presente. “Se ha comprobado que esos compuestos pueden atravesar la barrera de la piel”, indicaron.

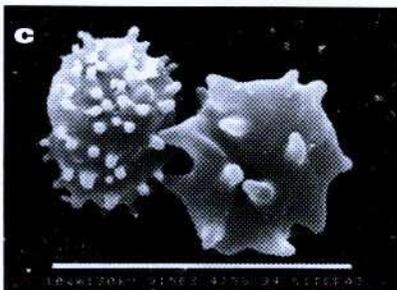
LA PRUEBA DE LA OLLA

Un estudio en Brasil con chicos desnutridos que asistían a comedores populares mostró mejores resultados a la hora de analizar su sangre en aquellos que recibían comida cocinada en ollas de hierro en vez de aluminio. “Los primeros incorporaban hierro a través de los alimentos y no estaban tan anémicos. En tanto los otros ingerían aluminio que encima le impide la absorción de hierro, sumando factores en su contra que favorecían la anemia”, explica la doctora Graciela Garbossa.

NO ES FÁCIL DESHACERSE DE ÉL

Mariano sació su sed. Efervescente y fría la gaseosa calmó su deseo casi de inmediato, y arrojó la lata vacía de aluminio a un cesto, sin saber quizás que este envase no sólo lo sobrevivirá a él sino también a sus bisnietos. “En términos de contaminación ambiental es importante resaltar que desechar una lata significa generar un residuo por casi 500 años”, indican las investigadoras en la publicación electrónica www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar. Pero, si se la recicla, se reduce en un 95 por ciento la contaminación ambiental generada durante su fabricación y requiere menos del 10 por ciento del consumo eléctrico necesario para obtenerlo.

CÓMO EL ALUMINIO MODIFICA LA FORMA



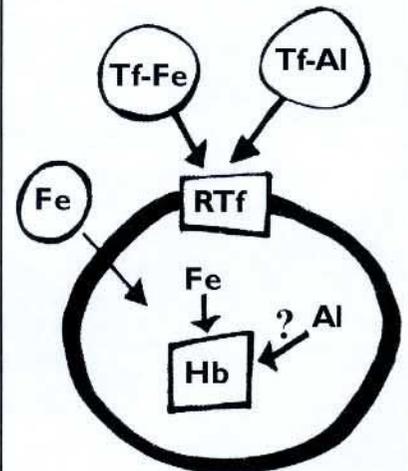
En la imagen (a) se muestran eritrocitos humanos normales. En las fotos (b y c) se pueden observar las variaciones de forma inducidas por aluminio.

Duelo de metales

Las células K562 –originadas en un tumor– pueden reproducirse en el laboratorio casi eternamente y “presentan la capacidad de diferenciarse por la acción de distintos inductores y sintetizar hemoglobina”, señala Pérez. Para esta tarea requieren hierro, que habitualmente es transportado a bordo de la molécula denominada transferrina. “Ésta también puede llevar aluminio y el receptor que le abre la puerta a nivel celular no distingue entre uno y otro, según pudimos comprobar”, agrega. De modo que el duelo de metales es ineludible, tal como grafica Nesse: “Un vehículo viene cargado con hierro y otro con aluminio. Ambos cuentan con pasaporte o contraseña para sortear el ingreso celular. Los dos competirán por hacerlo, gana uno u otro, según la cantidad presente”. Pero el resultado no es el mismo si lleva la delantera el aluminio. “Cuando esto ocurre, disminuye la síntesis de hemoglobina porque interfiere en la captación de hierro. Estos resultados se relacionan con lo observado en pacientes renales con agravamiento de la anemia y también en los animales que habían sido sobrecargados por vía oral con aluminio”, precisan.

La investigación abarcó una nueva rama al intentar observar qué pasaba con

DUELO DE METALES



El aluminio (Al) comparte con el hierro (Fe) la proteína de transporte transferrina (Tf). Por lo tanto, compiten por su ingreso a las células a través de los receptores (RTf). En consecuencia, la célula se ve obligada a activar otras vías para captar el Fe que necesita. Es posible que el Al interfiera también en los procesos de utilización intracelular de Fe por ejemplo para la producción de hemoglobina (Hb).

esos glóbulos rojos que circulan por el torrente sanguíneo si son sometidos a dosis de aluminio. ¿Qué hicieron? “Nos extrañamos sangre –relata Vittori– y la sometíamos a compuestos aluminicos para determinar si también alteraban a los glóbulos rojos ya formados. Y detectamos que se registraban modificaciones”.

Por distintos caminos, el equipo comprobó que el aluminio alteraba el sistema eritropoyético. Actualmente continúan adentrándose en el mundo intracelular para desentrañar los mecanismos más complejos por los cuales es incorporado este metal. Saber qué sucede allí adentro, en el interior de la célula, ante la presencia de aluminio, resulta sin duda clave en estos tiempos de esplendor de este metal. Y concluyen: “Desde su industrialización, que lo ha convertido en un *boom*, cada vez estamos más en contacto con el aluminio, que no es inocuo para el organismo”. ■