

CORONAVIRUS Y OZONO

En palabras de la Organización Mundial de la Salud: *“Los coronavirus son una extensa familia de virus, algunos de los cuales puede ser causa de diversas enfermedades humanas, que van desde el resfriado común hasta el SRAS (síndrome respiratorio agudo severo). Los virus de esta familia también pueden causar varias enfermedades en los animales.*

Coronavirus causante del síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS-CoV)

Esta cepa de coronavirus se identificó por primera vez en Arabia Saudita en 2012. Hasta ahora solo se ha descrito un pequeño número de casos, y los datos sobre su transmisión, gravedad e impacto clínico son muy reducidos.”

Datos y cifras¹

- El síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS) es una enfermedad respiratoria vírica provocada por un nuevo coronavirus (MERS-CoV) que fue detectado por primera vez en Arabia Saudita en 2012.
- Los coronavirus son una extensa familia de virus causantes de enfermedades que van desde el resfriado común al síndrome respiratorio agudo severo (SRAS).
- Los síntomas típicos del MERS son fiebre, tos y dificultades respiratorias. Es habitual que haya neumonía, pero no siempre. También se han registrado síntomas gastrointestinales, en particular diarrea.
- Aproximadamente el 36% de los casos de MERS-CoV notificados han desembocado en la muerte del paciente.
- Si bien la mayoría de los casos humanos de MERS se han atribuido a infecciones de una persona a otra, es probable que los camellos sean un importante reservorio para el MERS-CoV y una fuente animal de infección en los seres humanos. Sin embargo, se desconoce la función

¹ OMS, “Coronavirus causante del síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS-CoV)”. Nota descriptiva N°401. Mayo de 2015.

específica de los camellos en la transmisión del virus, y también la ruta o rutas exactas de transmisión.

- **No parece que el virus se transmita fácilmente de una persona a otra** a menos que haya un contacto estrecho, por ejemplo al atender a un paciente sin la debida protección.

Origen del virus

El MERS-CoV es un virus zoonótico que se transmite de animales a personas. No se conocen bien los orígenes del virus pero, según se desprende del análisis de varios de sus genomas, se cree que el virus se originó en murciélagos y se transmitió a los camellos en algún momento de un pasado lejano.

Transmisión

- **De animales a personas:** La ruta de transmisión de animales a personas no se conoce bien, pero es probable que los camellos sean un reservorio importante del MERS-CoV y una fuente animal de infección en los seres humanos. En varios países, como Arabia Saudita, Egipto, Omán y Qatar, se han aislado en camellos cepas de MERS-CoV idénticas a las cepas humanas.
- **De persona a persona:** No parece que el virus se transmita fácilmente de una persona a otra a menos que haya un contacto estrecho, por ejemplo al atender a un paciente infectado sin la debida protección. Ha habido conglomerados de casos en establecimientos de atención sanitaria donde es probable que se trate de una transmisión de persona a persona, sobre todo cuando las prácticas de prevención y control de la infección son inadecuadas. De momento, no se tiene constancia de transmisión comunitaria sostenida.

El virus parece estar circulando en toda la Península Arábiga, principalmente en Arabia Saudita, donde se han notificado la mayoría (85%) de los casos desde 2012. También se han notificado varios casos fuera de Oriente Medio, pero se cree que en la mayoría de ellos la infección fue adquirida en Oriente Medio y exportada desde ahí. El brote actual en la República de Corea es el

mayor que ha habido fuera de Oriente Medio y, aunque resulta preocupante, no hay pruebas de que en ese país se esté produciendo una transmisión sostenida de persona a persona. La transmisión secundaria ha sido nula o limitada en todos los demás países con casos exportados.

Síntomas

El espectro clínico de una infección por MERS-CoV varía desde la ausencia de síntomas (infección asintomática) o síntomas respiratorios suaves hasta una enfermedad respiratoria aguda severa y la muerte. La enfermedad por MERS-CoV se presenta normalmente con fiebre, tos y dificultades respiratorias. Es habitual que haya neumonía, pero no siempre. También se han registrado síntomas gastrointestinales, en particular diarrea. En su versión grave la enfermedad puede provocar insuficiencia respiratoria que exige ventilación mecánica y apoyo en una unidad de cuidados intensivos. Aproximadamente el 36% de los casos de MERS-CoV notificados han desembocado en la muerte del paciente. El virus parece provocar una enfermedad más grave en personas mayores, personas con inmunodepresión y personas con enfermedades crónicas como cáncer, neumopatía crónica y diabetes.

Prevención y tratamiento

No se dispone actualmente de vacuna alguna ni de tratamiento específico. El tratamiento es de apoyo y depende del estado clínico del paciente.

Como precaución general, las personas que visiten granjas, mercados, establos u otros lugares donde haya camellos u otros animales deben tomar medidas de higiene generales, en particular lavarse sistemáticamente las manos antes y después de tocar a algún animal, y deben evitar el contacto con animales enfermos.

El consumo de productos de origen animal crudos o poco cocinados, por ejemplo leche y carne, conlleva un elevado riesgo de infección por diferentes organismos que pueden provocar enfermedades en los seres humanos. Los productos de origen animal debidamente procesados por cocción o pasteurización no presentan ningún peligro para el consumo, pero deben manipularse con cuidado para evitar que se contaminen por contacto con

productos crudos. La carne y la leche de camello son productos nutritivos que pueden seguir consumiéndose tras la pasteurización, cocción u otros tratamientos por calor.

Hasta que se sepa más del MERS-CoV, se considera que las personas que padecen diabetes, insuficiencia renal, neumopatía crónica o inmunodepresión tienen un alto riesgo de padecer enfermedad grave en caso de infección por MERS-CoV. Esas personas deben evitar el contacto con camellos, no deben beber leche de camello cruda u orina de camello, ni consumir carne que no esté debidamente cocinada.

RECOMENDACIÓN DE LA OMS

Todos los países, independientemente de si han registrado casos de MERS o no, deberían mantener un alto nivel de vigilancia, en particular los países con un elevado número de viajeros o trabajadores migrantes que regresan de Oriente Medio. La vigilancia debe seguir reforzándose en esos países con arreglo a las directrices de la OMS, junto con los procedimientos de control y prevención de las infecciones en los establecimientos de atención sanitaria. La OMS sigue pidiendo a los Estados Miembros que notifiquen a la Organización todos los casos probables y confirmados de infección por MERS-CoV junto con información sobre su exposición, análisis y evolución clínica para orientar la preparación y respuesta internacionales a fin de que sean lo más eficaces posible.

EL OZONO COMO DESINFECTANTE

Se puede decir que el ozono no tiene límites en el número y especies de microorganismos que puede eliminar, dado que actúa sobre estos a varios niveles.

La **oxidación directa de la pared celular** constituye su principal modo de acción. Esta oxidación provoca la rotura de dicha pared, propiciando así que los constituyentes celulares salgan al exterior de la célula. Asimismo, la producción de radicales hidroxilo como consecuencia de la desintegración del ozono en el agua, provoca un efecto similar al expuesto.

Los daños producidos sobre los microorganismos no se limitan a la oxidación de su pared: el ozono también **causa daños a los constituyentes de los ácidos nucleicos (ADN y ARN)**, provocando la ruptura de enlaces carbono-nitrógeno, lo que da lugar a una **despolimerización**, de especial interés en el caso de desactivación de todo tipo de virus. Los microorganismos, por tanto, no son capaces de desarrollar inmunidad al ozono como hacen frente a otros compuestos.

El ozono es eficaz, pues, en la **eliminación de bacterias, virus, protozoos, nemátodos, hongos, agregados celulares, esporas y quistes** (Rice, 1984; Owens, 2000; Lezcano, 1999).

Por otra parte, **actúa a menor concentración y con menor tiempo de contacto** que otros desinfectantes como el cloro, dióxido de cloro y monocloramias.

Además el ozono, como indicábamos previamente, **oxida sustancias citoplasmáticas**, mientras que el cloro únicamente produce una destrucción de centros vitales de la célula, que en ocasiones no llega a ser efectiva por lo que los microorganismos logran recuperarse (Bitton, 1994).

El amplio espectro de acción del ozono como desinfectante resulta de especial relevancia en el caso que nos ocupa, ya que los virus transmisores de enfermedades víricas más o menos graves pueden transferirse desde un hospedador humano a la superficie de las frutas, de donde no son eliminados con los tratamientos convencionales de desinfección. Hay que tener en cuenta que los virus, por su naturaleza, son muy lábiles fuera del hospedador y desactivarlos es más fácil que eliminar bacterias y hongos resistentes y sus esporas, cosa que logran los tratamientos con ozono sin dificultad.

El ozono es incuestionablemente útil para eliminar, entre otros muchos, incluso el virus del Ébola en aire. Está demostrado que el ozono es al menos diez veces más potente que el cloro como desinfectante. Como ya hemos señalado, y según la OMS, el ozono es el desinfectante más eficiente para todo tipo de microorganismos. Por lo tanto, el empleo de ozono, tanto en agua como en

aire, para la desinfección de superficies resulta mucho más recomendable que el uso de otros desinfectantes actuales.

EL OZONO COMO VIRICIDA

Según el Centro de Control y Prevención de Enfermedades (CDC), *“Los virus encapsulados son susceptibles a una amplia gama de desinfectantes hospitalarios utilizados para la desinfección de superficies duras no porosas. En contraste, los virus desnudos son más resistentes a los desinfectantes.”*²

La EPA (US Environmental Protection Agency) tiene un listado de desinfectantes que especifican en su etiqueta su eficacia contra virus desnudos (por ejemplo, norovirus, rotavirus, adenovirus, virus de la poliomielitis), y que tienen un amplio espectro antiviral ya que son capaces de inactivar tanto virus envueltos como desnudos.

Debido a su naturaleza, el ozono, al no poder ser envasado y comercializado, no está incluido en dicha lista ni podrá estarlo, a pesar de que su capacidad viricida está de sobra probada, siendo muy superior a la del cloro, el desinfectante más utilizado. De hecho, el ozono es utilizado como biocida hace décadas, como así lo demuestran las fechas de los estudios a los que remitimos.

En la Unión Europea, con la entrada en vigor del Reglamento para Productos Biocidas (BPR, por sus siglas en inglés), se está incluyendo el ozono como biocida para distintos usos, entre otros para la desinfección de productos alimenticios.³

De hecho, según la OMS, el ozono es el desinfectante más eficiente para todo tipo de microorganismos.⁴ En el documento de la OMS al que nos referimos, se detalla que, con concentraciones de ozono de 0,1-0,2 mg/L.min, se consigue una inactivación del 99% de rotavirus y polio-virus, entre otros patógenos estudiados.

² CDC, “Interim Guidance for Environmental Infection Control in Hospitals for Ebola Virus”

³ PT4 - Food and feed area: Used for the disinfection of equipment, containers, consumption utensils, surfaces or pipework associated with the production, transport, storage or consumption of food or feed (including drinking water) for humans and animals.

⁴ http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/S04.pdf

En la tabla 1 reflejamos los resultados de distintos estudios sobre la capacidad de destrucción del ozono de determinados virus.

El efecto del ozono por debajo de un cierto valor crítico de concentración es pequeño o nulo. Por encima de este nivel todos los patógenos son finalmente destruidos. Este efecto se conoce como "respuesta de todo o nada", y el nivel crítico como "valor umbral".

Como se puede observar, en esta tabla están incluidos los virus desnudos contemplados por la EPA a la hora de decidir la eficacia desinfectante de un producto: rotavirus, dentro del grupo de los virus entéricos, así como el virus de la poliomielitis.

RESULTADOS DE LA OZONIZACIÓN EN VIRUS

Medio	Organismo	Ozono (ppm)	Tiempo (segundos)	Supervivencia (%)	Referencia bibliográfica
Aire	<i>pX174</i>	0,04	480	0,1	de Mik (1977)
Agua	<i>Poliovirus 1</i>	0,20	360	1	Harakeh & Butler (1985)
	<i>NDV</i>	2,00	417	1	Pérez-Rey (1995)
	<i>Poliovirus 1</i>	0,21	120	0,1	Roy et al. (1982)
	<i>Poliovirus 1</i>	1,50	8	0,5	Katzenelson et al. (1979)
	<i>Fago T2</i>	1,30	70	0,003	Katzenelson (1973)
	<i>Fago T7</i>	0,95	240	0,001	Lockowitz (1973)
	<i>Rotavirus SA-11</i>	0,25	10	0,001	Vaughn et al. (1987)
	<i>Hepatitis A</i>	1,66	5	0,00001	Hall & Sobsey (1993)

Evidentemente no hay estudios específicos sobre la inactivación de los virus más infecciosos con ozono (como tampoco con otros desinfectantes), debido al riesgo que implicarían dichos estudios, sin mencionar el coste que supondrían.

Se utilizan, a modo de indicadores de la eficacia de un biocida, virus que no implican riesgos, ni para los investigadores ni por un posible accidente. Los bacteriófagos (como el pX174) han sido ampliamente utilizados como indicadores de poliovirus, enterovirus, virus envueltos y Virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH), debido a que son seguros y fáciles de manejar.⁵

Así, en un ensayo más reciente (2006)⁶, se estudió **una serie de fagos**, (virus usados como indicadores, como hemos señalado) desnudos y envueltos, con los cuatro tipos de material genético posible: de cadena simple (ssARN, ssADN) y de cadena doble (dsARN y dsADN), a fin de **determinar la capacidad viricida del ozono** en distintas condiciones. Ya que el ozono causa daños principalmente en las proteínas de la cápside, se consideraron asimismo virus con diferentes arquitecturas.

La tabla 3 refleja los resultados obtenidos en este ensayo, con una humedad relativa del 55%:

⁵Dileo et al. 1993; Lytle et al. 1991; Maillard et al. 1994

⁶Chun-Chieh Tseng & Chih-Shan Li (2006), "Ozone for Inactivation of Aerosolized Bacteriophages", *Aerosol Science and Technology*, 40:9, 683-689, 2006.

DOI: 10.1080/02786820600796590

RESULTADOS DEL ESTUDIO DE LA EFICACIA DEL OZONO EN LA INACTIVACIÓN DE BACTERIÓFAGOS EN AIRE EN 3,8 SEGUNDOS

Bacteriófago	Material genético	Envoltura	Para 90% de inactivación	Para 99% de inactivación
MS2	ssARN	Desnudo	3,43 ppm	6,63 ppm
phiX174	ssADN	Desnudo	1,87 ppm	3,84 ppm
Phi 6	dsARN	Envuelto	1,16 ppm	2,50 ppm
T7	dsADN	Desnudo	5,20 ppm	10,33 ppm

Puede observarse que en un tiempo muy corto, se consiguen disminuciones del 99% en la carga viral con concentraciones de ozono de 2,5 a 10 ppm.

Asimismo es de remarcar el efecto que estas concentraciones de ozono en aire tienen en los **virus desnudos** que, como ya se ha indicado, al carecer de envoltura lipídica, suelen ser más resistentes a los desinfectantes.

La mayor concentración de ozono necesaria para la inactivación de los virus MS2 y T7 se explica por la mayor complejidad de su envoltura lipídica (180 y 415 moléculas en la cápside respectivamente, frente a las 60 y 120 de los phi X174 y phi 6.

