

LEGIONELLA Y LA IONIZACIÓN METÁLICA COBRE - PLATA

Luis A. Sánchez Guillén e-mail : central@ legionella.biz
Director General de D. Alcora S.A.
C/ F Oeste Nº 98, 50.016 Zaragoza (España)

Resumen

Existe una amplia experiencia en la aplicación de ionización metálica en sistemas de refrigeración industrial y redes de agua potable en nuestro país. La aplicación de los iones metálicos cobre plata para el control de Legionella en circuitos hídricos es el procedimiento de referencia que más se ha evaluado y del que se han publicado mayor número de estudios científicos. La posibilidad de contrastar su funcionamiento en instalaciones realizadas en muy diversos tipos de circuitos durante los últimos 15 años, permite establecer hoy en día que es el único procedimiento de eficacia valorada según la estándar CEN/TC 216, relacionándolo con la bacteria Legionella.

El valor añadido que representa la ionización metálica en una instalación hídrica bien resuelta, permite al prescriptor un procedimiento de aseguramiento de bioseguridad del que antes no disponía. El bajo coste de explotación de la ionización y su característica de elemento no contaminante del agua, ha permitido que tanto la adenda de aguas potables de la OMS, (2.002), como el Código de Prácticas Aprobado del Reino Unido,(2.001), lo halla incluido en los procedimientos recomendados para el control de la bacteria Legionella.

Palabras clave: Legionella, Ionización, Desinfección, Metálica, Cobre.

Introducción.-

La aportación de metales al agua como elementos desinfectantes y acondicionadores de la misma se viene realizando desde la antigüedad, actualmente se siguen utilizando en algunas fases de preparación en las plantas potabilizadoras modernas.

A mediados del siglo pasado en 1.945, WILLIAM J. RYAN ingeniero americano, (1) definía en una publicación de tratamientos del agua : “El proceso de esterilización con plata iónica está basado en el fenómeno hace tiempo conocido de que el agua adquiere propiedades bactericidas después de un tiempo en contacto con metales. El procedimiento consiste en la introducción de una cantidad minúscula de plata en el agua en forma de solución iónica, haciendo pasar el agua a través de electrodos de plata de construcción especial entre los que circula una débil corriente eléctrica continua. Una ventaja que se destaca para este agua tratada es que está libre de sabor, olor, y efecto irritante sobre los ojos, piel, etc..., efecto este que suele presentarse con los otros agentes esterilizadores”.

James C.V. 1.971,(2), informa que todas las sales de plata son bactericidas y que las partículas de plata disuelta en agua en una concentración de 10^{-5} es tóxico para E. Coli y Bacillus tiphoso. Woodwar R.L. en 1.963,(3), realiza un experimento de campo que confirma su idoneidad en depósitos y acumuladores : “ **La capacidad de la plata de ser absorbida por las superficies, cuenta con un efecto germicida adicional al dejar de adicionar la plata al agua**”.

En confirmación a lo anterior Muller C., 1.977, (4) comunica la perfecta conservación del agua después de la adición de 100 ppb, (partes por billón), de plata y guardándola

posteriormente, en contenedores de polipropileno durante 3 años. Durante este periodo de almacenamiento toda la plata fue absorbida por las paredes de los depósitos, no obstante, el agua continuó libre de gérmenes.

Otro de los estudios científicos realizados por V. Yu, Zeming Liu, J. Stout, exponen: “La capacidad de los iones metálicos de incorporarse a la masa de tuberías y depósitos permite el tener unas dosis residuales que protegen las instalaciones aun sin aporte de iones por semanas e incluso meses”. (este estudio se realizó durante los años 1.984 a 1.990, en el Major Hospital, Indiana, E.U.) **(16, Clinical Infectious Diseases, 1.998). (6)**

El estudio científico que más se ha adentrado en el comportamiento del cobre y la plata y sus características y evidente sinergismo ha sido el de Robert B.Truman y Charles P.Gerba (5) de la Universidad de Arizona.

.....” Estos grupos ionizados actúan sobre los microorganismos a pH cercanos a la neutralidad. Cationes como son la plata y el cobre son atraídos electrostáticamente por esta carga negativa y entonces se producen reacciones en la superficie celular. Los metales pueden actuar en el interior y exterior de la célula. La capacidad mayor de inactivación de las células se debe al potencial de oxidación de los iones metálicos. La mayor inactivación se produce por su actuación en las proteínas y en los ácidos nucleicos.

La plata tiene tres posibles mecanismos de inhibición:

- A).- Interferencia con el transporte de electrones.
- B).- Interferencias en el DNA.
- C).- Interacciones con la membrana Celular.

La fácil formación de componentes insolubles con aniones, grupos sulfhídricos y muchos materiales biológicos como las enzimas, es una de las respuestas a la capacidad biocida de la plata. Al parecer puede desplazar las uniones de las moléculas de hidrogeno entre los nitrógenos adyacentes de purines y pirimidines causando la desnaturación, evitando de este modo la replicación” .

En relación al cobre manifiestan : “ El cobre tiene una capacidad de actuación en muchas vertientes tanto en el interior como en el exterior de la célula. El cobre puede atacar las enzimas respiratorias en la membrana celular decreciendo entonces el uso de oxigeno incrementándose la fermentación. Los metales pesados como el cobre rompen la estructura enzimática y por lo tanto su función. Las características de la forma de actuación queda reflejada en la figura 1 en su interferencia en los enlaces de la doble hélice”.

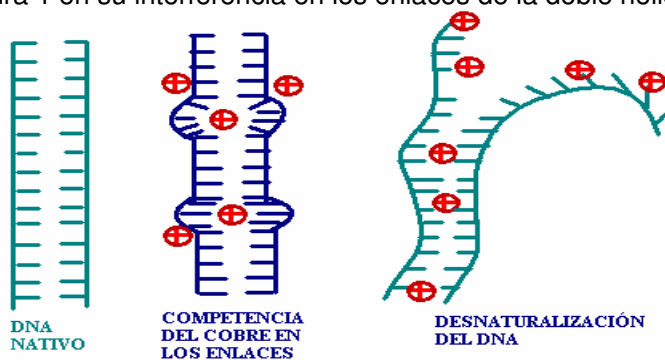


figura 1. Interferencia del cobre en los enlaces

Una de las técnicas aplicadas a los desinfectantes modernos es la combinación de dos principios activos, no antagonicos, que se potencien entre sí en su acción biocida. La combinación de 2 componentes con capacidad de desinfección no solo no antagonica si no sinergico, como son los aleados cobre-plata, aumentan de forma amplia la eficacia de cada uno de ellos, si además en el caso del agua fría, se apoya con la presencia de un tercero

que sea combinable, (cloro), la eficacia desinfectante es todavía mayor. En el agua fría, fuente principal de entrada de Legionella en los circuitos, estos tres componentes se dan con la instalación de la ionización.(5). Pag. 299.

Ionización metálica cobre plata, relacionada con Legionella.-

Este método ha sido el que más estudios científicos relacionados con la bacteria Legionella, ha producido en los últimos 10 años, el sistema ha probado ampliamente su eficacia y es hasta este momento el más eficaz para los puntos sensibles a la colonización de la bacteria.

El dispositivo se basa en la capacidad ampliamente conocida de las características oligodinámicas del cobre y de la plata para obtener capacidad desinfectante.

El conjunto consta de un panel de control electrónico que aplica corrientes de bajo potencial en electrodos aleados de cobre y plata que trabajan sumergidos en el agua corriente, estos electrodos aportan al agua iones metálicos de ambos metales que destruyen los microorganismos presentes en el agua. El agua no modifica sus características organolépticas y los residuales de desinfectante no alteran su potabilidad.

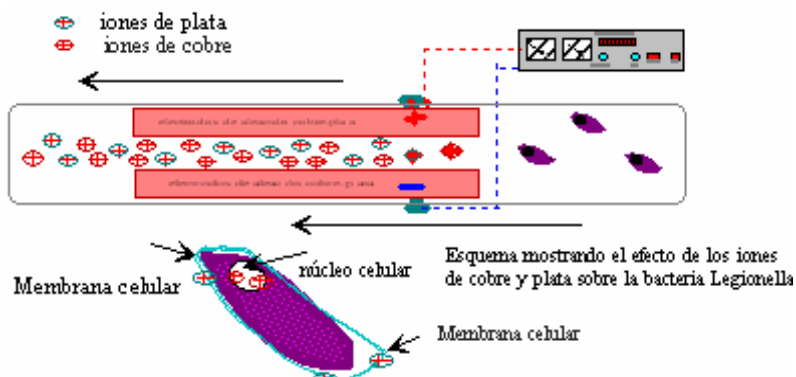


Figura 2. Principio de funcionamiento de la ionización.

La ionización metálica es el sistema preventivo para legionella idóneo por excelencia ya que permite la residualidad durante semanas, (Biblio.. 5 y 6), los iones se incrustan en los circuitos y siguen actuando en continuo cuando el ionizador se desconecta.

La medición de 0,15 a 0,40 ppm,(partes por millón), de iones de cobre y 0,003 a 0,04 ppm, de plata son suficientes en muchas ocasiones para mantener los circuitos libres de legionella. No obstante recientemente el Código de Prácticas Aprobado en el Reino Unido recomienda niveles de 0,40 y 0,04 ppm de cobre y plata respectivamente.

DISEÑO DEL EQUIPO DE IONIZACIÓN.-

El conjunto de ionización debe ser diseñado atendiendo las características del circuito donde va a ser instalado. Entre los detalles importantes para un buen cálculo de la potencia a instalar deben figurar el consumo hídrico del circuito, el tiempo de residencia del agua en los aljibes, depósitos o acumuladores y las características físico-química del agua. Un buen diseño pasará por facilitar los flujos del agua evitando las zonas opacas al tratamiento.

MANTENIMIENTO.-

El mantenimiento consiste exclusivamente en la limpieza de los electrodos de forma periódica y en el recambio de estos cuando se agoten.

LA IONIZACIÓN Y EL MEDIO AMBIENTE.-

No tiene ninguna incidencia y decir esto de un producto altamente efectivo es un valor añadido de relieve, los tratamientos en los circuitos de enfriamiento industrial, torres de enfriamiento y acondicionadores evaporativos, tanto en las purgas constantes como en el vaciado completo de los equipos, no rebasan en ningún caso el nivel establecido por los organismos reguladores de las cuencas hidrográficas.

Los niveles aplicados no alteran la potabilidad de las aguas.

VALIDACION DE SISTEMAS O PRODUCTOS DESINFECTANTES.-

La evaluación del método o sustancia desinfectante empleada debe contar con estudios científicos que relacionen su eficacia de diversas formas frente a la bacteria *Legionella*. **(11)**. Si se aplica lo recomendado en CEN/TC216, existen 4 pasos básicos a seguir que describimos a continuación :

- 1.- Determinar las propiedades antimicrobianas de una preparación utilizando test básicos en suspensión.
- 2.- Determinar si una preparación posee propiedades específicas antimicrobianas para una aplicación definida, denominado test de suspensión prolongada.
- 3.- Determinar si una preparación posee propiedades antimicrobianas imitando condiciones prácticas.
- 4.- Test de campo.

La propuesta de Janet Stout,(12) eficacia frente a *Legionella*, si bien aplicado en el ámbito hospitalario consideramos que es un buen procedimiento de evaluación general en otros campos y que complementa de forma eficaz el anterior :

- 1.- Demostrada eficacia " in vitro" contra organismos del género *Legionella*.
- 2.- Hechos reales de eficacia en el control de contaminación por *Legionella* en Hospitales distintos.
- 3.- Estudios controlados de duración prolongada, (años, no meses), de la eficacia en el control de la multiplicación de *Legionella* y en la prevención de la aparición en hospitales distintos de casos de legionelosis.
- 4.- Informes confirmados de múltiples hospitales con un seguimiento prolongado (paso de validación).

SITUACIÓN ACTUAL Y EVOLUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

En España hay más de 30 Hospitales y varios cientos de instalaciones de todo tipo, que utilizan la ionización metálica cobre plata como medida preventiva adicional o única, frente a la bacteria *Legionella*.

Hay que destacar que alguna de las instalaciones tienen consumos diarios de agua superiores a los 1.500 m³.

En el resto de Europa y en E.U. son cientos los establecimientos que están optando por la ionización metálica. Hay que destacar que en E.U. 175 hospitales cuentan con este tipo de instalación.

La primera instalación en España se realiza en 1.997 en el Hospital Nuestra Señora del Prado en Talavera de la Reina (Toledo), realizando miembros del propio Hospital en colaboración con el Instituto de Salud Carlos III, un seguimiento desde su puesta en funcionamiento, publicándose en 1.999 los primeros resultados en la revista *Infection Control & Hospital Epidemiology*, (9), el estudio sigue en el tiempo durante los 70 meses siguientes y se dan a conocer los resultados obtenidos en este tiempo en el I Congreso Egarense sobre *Legionella* en 2.004, (10).

Los resultados de los análisis realizados periódicamente durante estos 70 meses figuran en el cuadro siguiente :

	Porcentaje,(muestras Positivas/total de muestras)	
Pre-hipercloración	61,5 %	(8/13)
Post hipercloración	87,5 %	(7/8)
Tras Cambio Grifos/duchas	16,7 %	(1/6)
Pre-ionización	58,3 %	(14/24)
Post-ionización a Los 2 meses	13,8 %	(4-29)
A los 5 meses	13,8 %	(4/29)
A los 8 meses	10,3 %	(3/29)
A los 12 meses	17,2 %	(5/29)
A los 16 meses	6,9	(2/29)
A los 21 meses	20,6 %	(6/29)
A los 27 meses	10,3 %	(3-29)
A los 33 meses	10,3 %	(3/29)
A los 41 meses	0 %	(0/30)
A los 46 meses	0 %	(0/30)
A los 55 meses	0 %	(3/29)
A los 63 meses	3 %	(1/30)
A los 70 meses	0%	(0/26)

Fuente : Dr^a Amaya Biurrun,
Hospital N. S^a del Prado, Talavera de la Reina, (Toledo).
Congreso "Legionella : Gestión de la prevención, Gresca U.Politecnica de Catalunya. Tarrasa 2.003

figura 3. Evolución de la eficacia de la ionización en el Hospital N.S. del Prado.

En agosto de 2.003 se publica en la revista científica, I.C.H.E., (12) los resultados obtenidos en 16 grandes hospitales de E.U. utilizando ionización metálica, para el control de legionella. Se trata del estudio de campo más amplio realizado y publicado hasta la fecha.

Todos los hospitales encuestados parten de contaminaciones en sus redes hídricas por Legionella, la mayoría de ellos procedentes de brotes o casos nosocomiales producidos en cada una de las instalaciones.

Los hospitales antes de instalar la ionización habían realizado procedimientos de control que no fueron eficaces, en el gráfico siguiente, figura 4, se puede apreciar las medidas adoptadas en ellos :

Métodos de desinfección antes de instalar la ionización

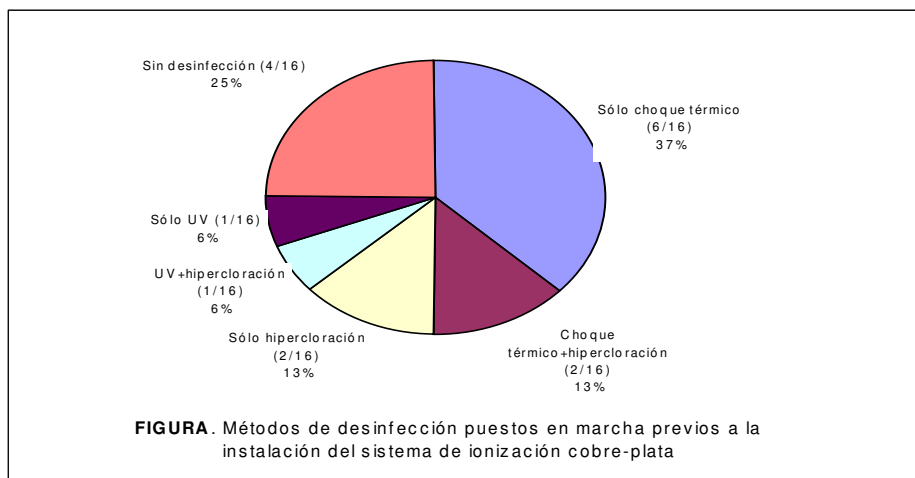


figura 4

Esta encuesta se realiza entre los años 1.995 y 2.000, siendo puesta en marcha la instalación de ionización más antigua en 1.989. Los resultados muestran que sólo en un hospital hubo un caso, antes de 1.995, y que se debió a deficiencias en la instalación. En la tabla 1 que sigue se muestran los datos :

TABLA 1								
Resultados de la Encuesta a 16 Hospitales que Usan Sistemas de Ionización Cobre-Plata y Respondieron a las Encuestas de 1995 y 2000								
Hospital n°	Localización (estado)	N° de camas	Año de Instalación del sistema	Muestras ambientales (Positivos en Legionella)			Casos de EL	
				Antes Cu/Ag	Después Cu/Ag		Antes Cu/Ag	Después Cu/Ag
					1995	2000		
1	OH	700	1989	ND	≤ 30%	≤ 30%	Sí	No
2	OH	400	1990	>30%	0%	0%	Sí	Sí*
3	PA	520	1991	>30%	<10%	<10%	Sí	No
4	TX	650	1992	≤ 30%	<5%	≤ 30%	Sí	No
5	PA	542	1992	≤ 30%	0%	0%	Sí	No
6	CA	292	1993	≤ 30%	≤ 30%	≤ 30%	Sí	No
7	CA	310	1993	>30%	≤ 30%	≤ 30%	Sí	No
8	IL	536	1993	≤ 30%	≤ 30%	≤ 30%	Sí	No
9	WI	251	1993	>30%	0%	0%	Sí	No
10	VT	500	1994	0%	ND	ND	Sí	No
11	IL	645	1994	>30%	0%	0%	Sí	No
12	PA	230	1994	>30%	0%	≤ 30%	Sí	No
13	PA	341	1994	≤ 30%	≤ 30%	≤ 30%	Sí	No
14	WV	445	1994	0%	0%	0%	Sí	No
15	PA	337	1995	≤ 30%	0%	0%	Sí	No
16	PA	266	1995	>30%	0%	0%	Sí	No

Cu/Ag = ionización cobre-plata; ND = No disponible; EL = Enfermedad del Legionario.
* No hay casos de 1995 a 2002.

Dentro de la misma encuesta se procede a una valoración del sistema de ionización realizada en dos vertientes la estrictamente médica, (Profesionales del Control de la Infección) y Personal y de Ingeniería, la valoración figura en el cuadro siguiente :

VALORACIÓN DEL SISTEMA DE IONIZACIÓN.

TABLA 2						
VALORACIÓN DEL SISTEMA DE IONIZACIÓN COBRE-PLATA POR EL PERSONAL DE CONTROL DE LA INFECCIÓN Y POR EL PERSONAL DE INGENIERÍA						
Profesionales	Evaluación	Porcentaje de Profesionales Dando su Valoración				
		1	2	3	4	5
PCI	Valoración Global	0	6	0	6	88
	Mantenimiento del Sistema	0	13	63	25	-

PCI = Profesionales del Control de la Infección; ING = Personal de Ingeniería.
Valoración Global : 1 = pobre; 2 = adecuada; 3 = buena; 4 = muy buena; 5 = excelente.
Mantenimiento del Sistema: 1 = Muy difícil; 2 = difícil; 3 = dificultad media; 4 = fácil.

Figura 5. Valoración

El 63 % y el 5 % de los ingenieros de los hospitales calificaron globalmente el mantenimiento del sistema de ionización cobre plata como de dificultad media y como fácil,

respectivamente, y un 88 % de los médicos de control de la infección calificaron globalmente la puesta en marcha del sistema como excelente.

CONCLUSIONES.-

Se han visto los diferentes datos con referencia a los efectos del cobre y de la plata sobre los microorganismos. Se sabe que la capacidad de estos metales para reaccionar con una molécula biológica puede ser diferente según la accesibilidad del ión metálico a la molécula. Su capacidad de atravesar la membrana celular queda ampliamente demostrada y su capacidad de interferencia en los diferentes elementos celulares ha sido expuesta.

La alta eficacia de este sistema sin duda es debido a que destruye las biopelículas en pocos meses, de esta forma el sustrato de soporte y protección que obtiene la legionella en el interior de depósitos y tuberías se ve restringido, así mismo y aunque no es su cometido, se ha precisado un importe descenso en las capas incrustadas al paso de los meses y a una mejor circulación del agua por los circuitos.

En la actualidad más de 30 grandes hospitales españoles confían en el sistema de ionización, algunos desde 1.997, como un procedimiento eficaz de aseguramiento de riesgo frente a la bacteria Legionella, más de 200 instalaciones en España refrendan su utilidad, debiendo además destacar que la mayor planta de ionización instalada en Europa se halla en nuestro país, (Figueroles, Zaragoza), atendiendo la demanda de agua caliente sanitaria ionizada de 9.000 trabajadores.

Sin duda la incorporación de la ionización metálica en el Código de Prácticas Aprobado de Reino Unido con relación a Legionella, así como su inclusión en la Adenda de 2.002, sobre aguas potables, de la Organización Mundial de la Salud, que recomienda la ionización metálica cobre plata como uno de los procedimientos para el control de Legionella, han influido de forma notable en su mayor demanda .

Bibliografía.-

- (1).- Water Treatment And Purificación. Willian J.Ryan. Edit. Hasa , 1945, Pag. 189-190.
- (2).- Water Treatment. James C.V. CRC Press. 1.971, Pag 38.
- (3).- Review of the bactericidal effectiveness of silver. Water Works Associ. 1.963 Pag 831
- (4).- Drinking Water preservation for life boats. Forum Staedte Hyg. 1.977, pag 28-33.
- (5).- The molecular mechainsms of copper & silver ion Disinfection of bacterias and viruses. 1.989, Vol 18, Capitulo 4 Pag 295 a 315.
- (6).- Intermittent use of copper-silver Ionization V.Yu, Zeming Liu, J. Stout, et all Clinical Infectious Diseases, 1.998; 26 pag 138-140.
- (7).-Approved Code of Practice And Guidance Legionnaires´ Disease, 2.000; Healf & Safety Commision, Pag 44-45.
- (8).- Guidelines for Drinking-Water Quality, Addendum : Microbiological agents in Drinking Water, 2.002, Organización Mundial de la Salud.
- (9).- Infection Control & Hospital Epidemiology. Dr^a Amaya Biurrun, Dr. Luis Caballero, Dr^a Carmen Pelaz, Elena León, Dr. Alberto Gago. 1.999, pag. 426.
- (10).- I Congreso Egarense de Legionella, febrero 2.004, Legionella experiencia en un Hospital, Dr^a Amaya Biurrun, Dt^o de Medicina Preventiva Hospital Nuestra Sr^a Virgen del Prado Talavera de la Reina (Toledo).
- (11).- Principles & Practice of Disinfection Preservation and Sterilization. A.D. Russell E. Blacwell Science 1.999, pag 127.
- (12).- Infection Control & Hospital Epidemiology, Janet Stout, et all.Experiencias de los 16 primeros hospitales en el uso de ionización cobre – plata para el control de Legionella. Con implicaciones para la evaluación de otras modalidades de desinfección. Agosto 2.003 Pag. 563.

LEGIONELLA AND COPPER-SILVER METALLIC IONISATION.

Abstract

A wide experience in the application of metallic ionisation in industrial cooling systems and drinkable water networks exists in our country. The application of copper-silver metallic ions for the control of Legionella in hydric circuits is the reference procedure that has been evaluated more and of that they have published greater number of scientific studies. The possibility of contrasting its working in facilities performed in a very diverse types of circuits during the last 15 years, allows to establish that nowadays is the only procedure of valued efficiency according to standard CEN/TC 216, relating to Legionella bacteria. The added value that represents metallic ionisation in a good solved hydric installation, allows to the prescriptor to dispose with a procedure of ensurement of biosecurity which before it did not have. The low cost of ionisation exploitation and its characteristic of non-polluting element of water have allowed that both addenda of potable waters of the WHO (2002) and the Approved Code of Practices of the United Kingdom (2001) have included it in the procedures recommended for the control of bacteria Legionella.

Key words: *Legionella, Ionisation, Disinfection, Metallic, Copper.*