



## REVISIÓN

# SEGURIDAD Y SALUD EN INSTALACIONES ACUÁTICAS: RIESGOS PARA TRABAJADORES Y USUARIOS EN PISCINAS TRATADAS CON CLORO

Roberto SILVA PIÑEIRO

*Facultad de Ciencias de la Educación y el Deporte, Universidad de Vigo,  
Pontevedra, España*

### RESUMEN

Entre los factores de riesgo principales para la salud de las personas en una piscina tratada con cloro nos encontramos con la baja calidad del agua y el aire, sobre todo en instalaciones cubiertas, pues la interacción entre los desinfectantes y otros agentes provoca subproductos tóxicos, que pueden llegar a potenciarse debido entre otras causas a la deficiente construcción e ineficiencia energética, a los problemas de gestión y mantenimiento de la instalación, y frecuentemente al inadecuado comportamiento de usuarios y trabajadores.

Aunque directamente los riesgos derivados de la cloración en las piscinas dependen del control de los estándares de los parámetros sanitarios, la prevención de las patologías que potencialmente pueden afectar a las personas que las utilicen implican mejoras y actualizaciones en las normativas, renovación de las construcciones y de sus modelos de gestión, así como el fomento de políticas de concienciación y formación de los propietarios, profesionales y usuarios de las mismas.

**PALABRAS CLAVE:** Piscina, cloración, seguridad, riesgos.

SAFETY AND HEALTH IN AQUATIC FACILITIES: RISKS FOR  
WORKERS AND USERS OF CHLORINATED SWIMMING POOLS

### ABSTRACT

Among the main risk factors for the health of people in a chlorinated pool we meet the low quality of water and air, especially in indoor facilities, because the

interaction between disinfectants and other agents cause toxic by products, which can be increased due among other causes to poor construction and energy inefficiency, the problems of management and maintenance of the facility, and often inappropriate behavior of users and workers.

Although direct risks from chlorination in pools depend on control parameters of health standards, the prevention of the diseases that can potentially affect to the people who use them, involve improvements and updates in regulations, renovation of buildings and their management models, as well as promoting awareness and training policies of the owners, professionals and users thereof.

**KEYWORDS:** Swimming pool, chlorination, safety, risks.

Correspondencia: Roberto Silva Piñeiro. Email: roberto.silva@uvigo.es

Historia del artículo: Recibido el 9 de abril de 2014. Aceptado el 28 de noviembre de 2014

Cuando una persona decide acudir a una instalación acuática, los diversos tratamientos que recibe el agua para el baño público, fundamentalmente mediante la cloración, tendrán múltiples manifestaciones en su salud. Nadie está exento de este tipo de impacto puesto que al ser multifactorial no es posible controlarlo completamente, pero con la adopción de las medidas de seguridad necesarias las consecuencias podrán ser parcialmente amortiguadas. Tanto los propios usuarios como las autoridades sanitarias, los propietarios y los gestores de cada una de las piscinas cloradas que están funcionando en nuestro país tienen algún tipo de responsabilidad en la prevención del riesgo por contaminación que existe.

## MÉTODO

Este artículo es una revisión bibliográfica que responde a una búsqueda de información científica y normativa relacionada con la seguridad sanitaria y los efectos sobre la salud humana de los sistemas de desinfección mediante cloración detectados en instalaciones acuáticas que son utilizadas frecuentemente por gran cantidad de personas.

Se procedió a una revisión de trabajos publicados en las bases de datos Medline, Latindex, PubMed, Teseo y WOS; en los buscadores Google y Google Scholar; así como en revistas científicas de acceso libre. El periodo de captura se acotó a lo publicado entre 1994 y 2014.

## RESULTADOS

Aquellas personas que acuden a una piscina para un entrenamiento, un curso de natación, o simplemente para nadar libremente, están expuestos a las diferentes formas contaminantes que genera el agua de la instalación, en España normalmente depurada mediante procesos que utilizan cloro.

Sin ir más lejos, al nadar, cualquier bañista tragará en torno a los 26,5 ml. de agua en cada sesión e inhalará un 66% del total de tóxicos desinfectantes (Evans, Cantú, Bahymer, Kryak y Dufour, 2006; Llana, Zarzoso y Pérez, 2009). Por tanto, se trata de una tarea que debe ser considerada prioritaria por las autoridades sanitarias, propietarios y gestores de cada una de las piscinas que existen no sólo en este país, sino en cualquiera.

### Efectos de la exposición en piscinas cloradas sobre las personas

Aunque acudir a una piscina para realizar una actividad educativa, lúdica o deportiva sea generalmente beneficioso para la salud de las personas, se han encontrado evidencias que sugieren que también puede tener efectos perjudiciales. La

causa de esta afirmación hay que buscarla en la generación de productos químicos resultantes de la interacción entre el cloro y los organismos que se encuentran en el agua y el ambiente de las piscinas a los que el bañista está expuesto, y que pueden provocar diversas reacciones respiratorias, dermatológicas o sensoriales, particularmente en niños, socorristas y nadadores de competición.

Las actividades en piscinas cloradas son el principal factor predictor de daño pulmonar sobre todo en personas con predisposición genética (Nystad, Nja, Magnus y Nafstad, 2003; Nickmilder y Bernard, 2007), algo paradójico si tenemos en cuenta que se ha considerado una práctica recomendada para personas asmáticas gracias al ambiente caliente y húmedo en el que se desarrolla. Actualmente no se indica tanto, pues el efecto pro-inflamatorio podría tener consecuencias desconocidas (Drobnic, 2009).

Conocemos que el volumen de agua ingerida y gases inhalados por los niños es el doble en relación a los adultos (Dufour, Evans, Behymer y Cantú, 2006; Schets, Schijven y Husman, 2011), si bien no existen datos suficientes de la mayor propensión entre población infantil o nadadores aficionados (Font-Ribera, Villanueva, Nieuwenhuijsen, Zock, Kogenivas y Henderson, 2011). De todas formas se recomienda especial atención hasta los 3 años, cuando el organismo está en plena fase de desarrollo, y especialmente antes de los 12 meses, siendo muy sensible a la interacción con agentes químicos en aquellos con una historia familiar de asma (UBA, 2011). Hay que considerar que las altas temperaturas en el agua y aire de algunas instalaciones incrementan el riesgo sanitario (SHC, 2012), todavía más entre los que acuden a vasos de chapoteo o poco profundas, más calientes y con mayor cantidad de subproductos clorados.

Pese a que en cualquier piscina a la que acudamos se puedan respetar los niveles legales de cloro en agua, las personas que pasen allí muchas horas al día desde la infancia desarrollarán una mayor hipersensibilidad bronquial no patológica, debido a la prolongada hiperventilación y el incremento de la exposición a agentes alérgicos e irritantes (Langdeau, Turcotte, Bowie, Jobin, Desgagne y Boulet, 2000; Weiler y Ryan, 2000; Helenius y Haathlela, 2000; Varraso et al., 2002; Goodman, 2008; Drobnic, 2009). Igualmente los deportistas habituales, sufrirán una mayor incidencia de manchas dentales (Escartín, Arnedo, Pinto y Vela, 2000), dermatitis atópica y por contacto (Lazarov, Nevo, Pardo y Froom, 2005; Lewis-Jones, 2006; Pardo, Nevo, Vigiser y Lazarov, 2007), alteraciones de mucosas, conducto auditivo, y córnea ocular (Beers y Abramo, 2004; Ishioka, Kato, Kobayashi, Dogru y Tsubota, 2008), e incluso cambios genéticos (Kogevinas et al., 2010).

## **Mecanismos de contaminación por cloro y riesgos para la salud de las personas**

El tratamiento químico más utilizado en las piscinas españolas, tanto cubiertas como descubiertas es la cloración (Tamaral, 2012), a través de hipoclorito sódico, hipoclorito cálcico, dicloro o tricloro (Gomá, 2001), si bien parece existir una tendencia hacia el empleo combinado de electrolisis salina y el ozono con rayos

ultravioletas, no acaba de imponerse por problemas achacables a la escasez de industrias especializadas en el tema. El cloro es un gas utilizado para esterilizar el agua por su gran poder oxidante, siendo el cloro libre o residual el principal responsable de la desinfección, que en el caso de las piscinas públicas estará en niveles  $<3$  mg/l, valores inferiores a los permitidos para el agua que consumimos al beber (WHO, 2006).

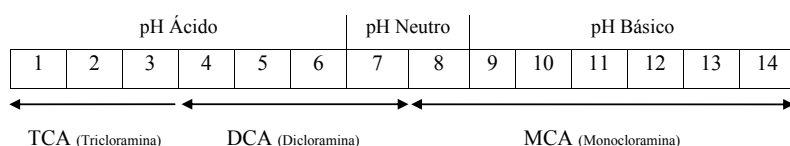
El peligro de contaminación en el vaso y el ambiente de la instalación existe debido a que no se puede controlar perfectamente la forma y la velocidad en que el cloro interacciona con otros elementos y se expande por el agua y el aire, lo que puede provocar que el ambiente se vea gravemente afectado por la acumulación excesiva de cloro (Martín, Corominas, Freixa, Gomá, Cinta y Francheck, 2009). Teniendo en cuenta los avances científicos y la importancia de controlar esta variable, se puede asegurar que todavía es complicado medir con exactitud las concentraciones en el aire interior de las piscinas. Particularmente en piscinas cubiertas existe una importante necesidad de establecer métodos de evaluación, aprovechando que las investigaciones más avanzadas permiten una mejor caracterización atmosférica (Weaver, Li, Wen, Johnson, Blatchley y Blatchley, 2009).

La contaminación por cloro es un fenómeno sumatorio. Aparte de las propias interacciones químicas que se puedan producir en la atmósfera de la instalación, el nivel de contaminantes se verá afectado también por las deficiencias del sistema de ventilación, o el control incorrecto de la humedad del aire (Tamaral, 2012). Asimismo un elevado número de usuarios con un comportamiento higiénico poco respetuoso elevarán considerablemente el efecto contaminante en la piscina. En este sentido, a raíz del estudio realizado por Pasquarella et al. (2013) sobre 4.356 usuarios, se demostró la poca conciencia preventiva de los usuarios, pues tan sólo 65% se duchaba antes de entrar en el vaso. Pese a las cifras anteriores esta circunstancia es un aspecto modificable de la gestión de riesgos, que necesita de una intervención informativa y educativa directamente sobre los hábitos higiénicos a mantener en una piscina.

La utilización de cloro en una piscina ayuda a su control bacteriológico, evitando por ejemplo la aparición de legionelosis (MSC, 2007), aunque habrá que asumir que también la corrosión y toxicidad provocada en la ropa y utensilios con los que los usuarios acuden a bañarse tendrán un efecto indirecto negativo sobre su salud.

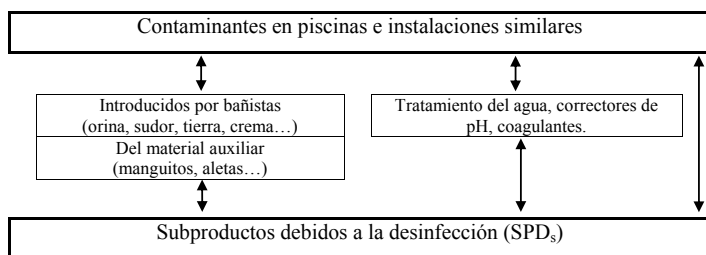
Cada una de las interacciones químicas provocadas directa e indirectamente en la piscina acabarán generando una serie de subproductos de la desinfección (SPD), básicamente trihalometanos (THM), halocetonas y cloraminas (IPCS, 2000), que de inmediato se volatilizarán en la atmósfera del recinto. Concretamente las cloraminas se formarán al reaccionar la urea con el cloro libre, sobre todo cuando el agua está muy agitada como consecuencias de competiciones o alta ocupación del vaso, provocando un efecto lacrimógeno e irritación de nariz y garganta (Lévesque et al., 2006), olor a cloro (Weng y Blatchley, 2011), y efectos respiratorios crónicos, aunque no de forma consistente (Bernard et al., 2003; Nickmilder y Bernard, 2007).

Estas sustancias son potencialmente peligrosas para la permeabilidad pulmonar en dosis elevadas (Nemery, Hoet y Nowack, 2002; Llana et al., 2009), y aprovechan los bajos niveles de pH para transformarse sucesivamente en dicloraminaD-CA y tricloraminaTCA, con un nivel desinfectante menor que el cloro libre (Kulshrestha, Mckinstry, Fernández, Feelisch y Mitch, 2010). Para reducir las DCA y TCA hay que mantener los niveles de pH e hipoclorito cerca del umbral inferior, a la vez que garantizar el mantenimiento regular del filtro, mantener el flujo constante de agua y aire, y tratar el agua para eliminar el amoniaco, los nitratos y los nitritos. Sin embargo, con un pH>7,6 además de causar irritación en la conjuntiva y mucosas, el cloro añadido al agua perderá poder oxidativo y será menos efectivo (Freixa, 1994).



**Figura 1:** comportamiento de las cloraminas en función del pH del agua de la piscina

La desinfección del agua de las piscinas está regulada por la legislación sanitaria de cada país, en unos casos más restrictiva que en otros, con multitud de matices territoriales, y en muchas ocasiones controvertida. En numerosas normativas están establecidas unas directrices para los THMs en el agua potable, no obstante no existen para el agua de la piscina. Teniendo en cuenta que la capacidad de generar subproductos de la desinfección (DBPs) en las piscinas es muy alta debido a las concentraciones de cloro y a la presencia de compuestos orgánicos introducidos por los usuarios, esta cuestión tiene suma importancia, pues la exposición tóxica se produce por múltiples vías (Dyck, Sadiq, Rodríguez, Simard y Tardif, 2011).



**Figura 2:** Presencia de contaminantes tóxicos en piscinas cloradas

Nadadores, monitores, socorristas y personal de mantenimiento se encuentran entre los asistentes más expuestos a los riesgos de la utilización del cloro en las piscinas (Freixa, 1994). Cuando las concentraciones de cloro en aire superan los 150

mg/m<sup>3</sup> pueden provocar hinchazón en los pulmones (ATSDR, 2014), sobre todo en aquellos nadadores que entrenan en presencia de cloro ambiental o que han acumulado muchos años de exposición al cloro durante el entrenamiento tendrán más posibilidades de padecer hipersensibilidad respiratoria (Corominas, 2010). El cloro también puede provocar en nadadores problemas de piel frágil, seca o pruriginosa (Drobnic, 2009). Entre los trabajadores, los socorristas que trabajan en piscinas cubiertas presentan una elevada prevalencia de irritación en ojos y nariz debidos a las TCAs, así como una mayor hiperreactividad bronquial transitoria, lo que se ha constatado como un indicativo de desarrollo de “asma laboral”, documentándose los primeros casos en 2002 (Thickett, McCoach, Gerber, Sadhra y Burge, 2002). Asimismo el exceso de asepsia del agua de la piscina, lejos de mantener los mecanismos protectores equilibrados, puede provocar que desaparezca el cerumen protector del conducto auditivo y se introduzcan los gérmenes que provocan las indeseadas otitis (Corominas, 2010).

Las piscinas que utilizan el método de inyección de cloro como medio de desinfección soportan que el control deficiente de los parámetros de la calidad del agua y el aire provoque evaporaciones excesivas del agua y compuestos volátiles contaminantes (Gomá, 2001; Goodman y Hays, 2008). En este sentido, uno de los problemas generalizados en las piscinas es que al no existir un control eficiente de la temperatura del agua y humedad genera problemas de seguridad y salud. En primer lugar una pérdida energética. En segundo lugar la temperatura del agua más conveniente son 27°C, de lo contrario se produce un exceso de condensación, lo que a su vez corroe las estructuras metálicas y aumenta enormemente el riesgo eléctrico. Y por último, cuando la diferencia entre la temperatura ambiente y la del vaso de piscina es <2°C, habitualmente por ser ésta muy elevada, se genera más cloro en aire, lo que contamina más y desinfecta menos, al reducirse el tiempo de estancia de cloro en el agua.

Para controlar el nivel de humedad debe disponerse de un sistema de ventilación que garantice una humedad máxima del 70%, manteniendo el local siempre en depresión, y si las condensaciones se eliminan por ventilación, aumentando también los caudales (Freixa, Guardino, Grasa y Piernagorda, 2005). Una buena ventilación permitiría conservar las concentraciones de cloro en aire al nivel más bajo posible, evitando en consecuencia el disconfort olfativo y otros efectos adversos en la salud de los usuarios y trabajadores.

## Consideraciones sobre la legislación aplicable

No ahondaremos aquí en un análisis exhaustivo de todos los aspectos legales que pudieran influir en la seguridad y salud de las personas que acuden a una piscina tratada con cloro porque resultaría extenso, pero no quisiéramos olvidarnos de considerar indudable normativa específica. En una instalación acuático-deportiva son diversas las incidencias que se pueden producir, pero cuando sucede un riesgo químico grave, al menos titular y trabajadores han de estar actualizados en lo que determina la ITC MIE APQ 3 (RD 379/2001) sobre manipulación y almacenamien-

to del cloro. En estos casos se dispondrá obligatoriamente de equipos de protección respiratoria de acuerdo con la norma UNE-EN 145:1998.

Será necesario manejar el RD 314/2006 referente al Código Técnico de la Edificación, principalmente en fase constructiva o de remodelación, y el RD 1027/2007 sobre Instalaciones Térmicas, además de los Reglamentos Europeos 1907/2006, 1272/2008 y 528/2012 sobre sustancias químicas. Sin olvidarnos tampoco de la norma UNE-100030:2005 IN sobre prevención y control de la legionella en instalaciones.

Entre la gran cantidad de Normas Técnicas de Prevención, también dedicadas a instalaciones deportivas, la NTP 689 y NTP 690 nos ayudarán a comprender el funcionamiento de los productos químicos utilizados en las piscinas, y la NTP 538, NTP 691 y NTP 692 nos informarán sobre la prevención de la legionella en estos recintos. Aunque no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa, conviene tenerlas muy presentes, sobre todo por el titular y trabajadores de la piscina.

A pesar de tener rigurosas normativas, podemos encontrarnos varias lagunas en cuanto al control sanitario de las instalaciones acuáticas. Por ejemplo, en cuanto a la concentración de subproductos de la desinfección (SPDs) lo más preocupante no es que sean potencialmente tóxicos, esto lo conocemos y está suficientemente estudiado, sino que la legislación no alcance. Dichas sustancias están reguladas para el agua de consumo pero no en piscinas, cuando está comprobado que es mayor la contaminación de THMs a través de la ducha y la asistencia a estas instalaciones que no por ingesta del agua del grifo (Villanueva et al., 2007).

En lo que concierne a piscinas existe una necesidad basada en la evidencia científica de valorar la posibilidad de mejorar la normativa vigente, puesto que para reducir los riesgos en la salud de los usuarios y personal laboral derivados de la utilización de productos químicos en los procesos de depuración del agua no se tienen en consideración las metodologías de control de los parámetros de calidad de la atmosfera y mediciones de composición de gases (Villanueva et al., 2007; Tamaral, 2012).

Recientemente entraba en vigor el Real Decreto 742/2013, disposición reglamentaria aplicable en todo el país a las piscinas unifamiliares y de comunidades de propietarios o similares, y en particular a las piscinas de uso público. De este texto destaca que el titular de la piscina deberá controlar los parámetros que eviten que organismos patógenos y ciertas sustancias supongan un riesgo para la salud humana, relacionados éstos con la calidad del agua (pH, temperatura, transparencia, potencial REDOX, tiempo de recirculación, turbidez); el desinfectante residual (cloro libre residual, cloro combinado residual, bromo total, ácido isocianúrico, otros desinfectantes); los agentes microbiológicos (*escherichia coli*, *pseudomona aeruginosa*, legionella); y la calidad del aire (humedad relativa, temperatura ambiente, CO<sub>2</sub>). Igualmente el agua de recirculación de cada vaso deberá estar filtrada y desinfectada antes de entrar en el vaso, no pudiéndose realizar tratamientos qui-



micos directamente en el vaso, ni con ningún producto biocida o sustancia química que no esté debidamente autorizada. Para piscinas cubiertas o mixtas los controles del aire de renovación serán reforzados.

Se puede subrayar también de esta norma que cada instalación tendrá que contar con un protocolo de autocontrol específico de la piscina, que estará en la propia instalación a disposición del personal de mantenimiento y de la autoridad competente. El propio Ministerio de Sanidad ha preparado una guía pública para desarrollar el mencionado documento (MSSI, 2014). Será obligatorio además colocar en un lugar accesible y visible la información sobre los últimos controles, medidas correctoras y recomendaciones sanitarias en su caso, material divulgativo sobre prevención de accidentes, información sobre las sustancias químicas utilizadas, así como información sobre la existencia de socorrista, y los datos de los centros sanitarios más cercanos.

Un aspecto muy importante es la preparación del personal de limpieza y mantenimiento de las piscinas, y lo preocupante es que según Tamaral (2012) no está suficientemente garantizado que posean la adecuada formación para actuar. Podemos pensar que no hay obligaciones al respecto, pero entre las normativas vigentes encontramos que el RD 742/2013 exige una formación previa, todavía en fase de aprobación, para desarrollar dichas funciones en piscinas, y por su parte el RD 830/2010 recoge la necesidad de capacitarse para el manejo de tratamientos con biocidas, así como de incorporar al plan de formación las instrucciones del titular del almacenamiento sobre propiedades del cloro, función y uso correcto de los elementos e instalaciones de seguridad y del equipo de protección personal, consecuencias de un incorrecto funcionamiento o uso de los elementos e instalaciones de seguridad y del equipo de protección personal, peligros que puedan derivarse de un derrame o fuga del cloro almacenado, y acciones que deban adoptarse en casos de derrame o fuga de cloro.

## DISCUSIÓN

Actualmente es muy accesible la información sobre los beneficios para salud de acudir a una piscina, pero sin embargo no están aclarados los procesos que desarrollan o empeoran las patologías humanas al contacto con el ambiente de la misma, lo que a su vez condiciona la prevención y el tratamiento. Como ejemplo de alta prevalencia con aplicabilidad en las piscinas que no se tiene en consideración, en cuanto a trastornos respiratorios, hoy en día el tratamiento es similar para toda la población, con escasas especificaciones para colectivos sensibles como son los deportistas de alto nivel (Bougalt, Turmel, Lévesque y Boulet, 2009).

El riesgo sobre la salud de los usuarios y trabajadores de una piscina va a estar condicionado desde la fase de construcción hasta la conducta última de cualquiera de ellos, en cada instalación la ponderación será diferente, pero con las modificaciones más sencillas se pueden evitar otras consecuencias. Sin ir más lejos la propia distribución de los medios técnicos en la construcción implica un inconveniente en la gestión del riesgo sanitario. En aquellas piscinas en la que las boquillas de im-

pulsión fuesen colocados uniformemente por todo el fondo del vaso la distribución de cloro mejoraría (Freixa, 1994). Si nos referimos a trabajadores de piscinas cubiertas y deportistas con altas cargas de entrenamiento en instalaciones acuáticas, cuya probabilidad de desarrollar complicaciones en vías aéreas y ojos es la más alta debido a la acción de los THMs (Jacobs et al., 2007), este tipo de cambios supondría un beneficio considerable.

No existe la piscina totalmente segura. Hoy sabemos con certeza que la concentración de subproductos tóxicos (SPDs) varía mucho de una instalación a otra, y pese a que los datos de la calidad del agua clorada recogidos en países europeos como Italia o España no muestran riesgo inmediato, no está valorado convenientemente el efecto a medio y largo plazo, y podemos hablar de algunos escenarios paradójicos.

En las piscinas cubiertas de nuestro país los niveles medios de contaminantes en aire son más bajos que los de referencia, pero un 20% tiene niveles de cloro total en aire superiores a lo aconsejable para proteger a los nadadores de élite (Santa Marina et al., 2009). En Castilla-La Mancha por ejemplo, recientemente un estudio en el que se realizaron mediciones indirectas de las concentraciones de cloro presentes en el aire de las piscinas, constató resultados por encima de límites permisibles para la exposición de las personas, generando sobre todo molestias e irritaciones de las mucosas, y otros problemas de salud vinculados al sistema respiratorio (Tamara, 2012). También encontramos que la cantidad de THMs en piscinas descubiertas, ya de por sí elevada, en algunas instalaciones por la falta de control se multiplicaba por 10 (Llana et al., 2009; Font-Ribera et al., 2010).

No obstante tampoco son los países que nos rodean una excepción. En Italia se constató que el 16% de las piscinas cubiertas y el 25% de las descubiertas el agua no se ajustaba a los requisitos legales establecidos, y aunque el 65% no cumplían fundamentalmente con los estándares del agua de entrada (50%), el agua de la piscina (83%) si lo hacía (Dallolio et al., 2013).

La ausencia de legislaciones unificadas a nivel nacional e internacional supone una importante dificultad para la supervisión de la calidad sanitaria de las instalaciones acuáticas de cada país. Por eso serán necesarios más esfuerzos en la revisión y simplificación de la documentación que instrumentaliza la seguridad sanitaria, las inspecciones y el mantenimiento de este tipo de espacios, de gran interés para la salud, el deporte y el ocio (Liguori et al., 2013).

## CONCLUSIONES

Los usuarios y deportistas que acuden a instalaciones acuáticas perciben que algunos problemas de salud, sobre todo en aquellos con dolencias previas, están provocados por las sustancias químicas que se utilizan en la desinfección del agua, destacando el tratamiento químico con cloro. Esta circunstancia aumenta la percepción de incomodidad durante la práctica deportiva en la instalación acuática.

Por el impacto que reciben, algunos usuarios merecen una atención especial, entre ellos los trabajadores, los deportistas que permanecen durante mucho tiempo en la instalación, y otra población sensible al ambiente de las piscinas. En estos casos es fundamental realizar un control sanitario, y a su vez si fuese posible, un examen de valoración de vías respiratorias, mucosas, los ojos, la piel, las uñas y el cabello, pues cada uno de ellos responderá de forma diferente según su exposición.

Aunque la cloración sea el tratamiento principal en las piscinas de nuestro país, los procedimientos químicos alternativos o combinados (ozono, ultravioleta y electrolisis salina) generan una mayor satisfacción y una menor percepción de problemas de salud entre trabajadores y usuarios, así como una mejor gestión y una reducción del aporte químico.

El verdadero problema higiénico de una instalación acuática no es el ambiente cálido y húmedo, sino los subproductos generados en el agua y el aire no controlados, que pueden presentarse con efectos diferentes de los que pretenden evitar, muy complicados de gestionar por el desconocimiento de los métodos e instrumentos de valoración y la continua variación de concentraciones de la instalación.

Tanto en España como en la mayoría de países de nuestro entorno los resultados de la calidad del agua y el aire de las piscinas cloradas son satisfactorios, lo que demuestra un modelo de análisis y control de riesgo sanitario efectivo. Pese a estos tranquilizadores resultados existen algunos datos que nos obligan a ser cautos y poner si cabe todavía más énfasis en lograr una excelencia en la gestión deportiva, pues en instalaciones problemáticas es la mejor herramienta para garantizar la seguridad y salud para usuarios y trabajadores.

## APLICACIÓN PRÁCTICA

Al mismo tiempo que se está aumentando la oferta y demanda de servicios desde los espacios acuáticos para el deporte, el ocio y la salud, es fundamental apoyar sistemas constructivos y controles de eficiencia energética que logren disminuir el efecto contaminante hacia las personas y el medio ambiente, así como reclamar actualizaciones progresivas en la armonización de la legislación sanitaria y protocolos preventivos, aumentar la concienciación hacia la higiene de los titulares y gestores de las instalaciones, así como de los propios usuarios y trabajadores de las piscinas de nuestro país.

- AENOR-Asociación Española de Normalización y Certificación (1998). Norma UNE-EN 145:1998. Equipos de protección respiratoria. *Equipos de protección respiratoria autónomos de circuito cerrado de oxígeno comprimido o de oxígeno-nitrógeno comprimido. Requisitos, ensayos, marcado.*
- AENOR-Asociación Española de Normalización y Certificación (2005). Norma UNE 100030:2005 IN. *Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionella en instalaciones.*
- ATSDR-Agency for Toxic Substances & Disease Registry (2014). Consulta el 12 de marzo de 2014. [[http://www.atsdr.cdc.gov/es/es\\_index.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/es_index.html)].
- Beers, S. L. y Abramo, T. J. (2004). Otitis externa review. *Ped. Emerg. Care.* 20, 250-6.
- Bernard, A., Carbonnelle, S., Michel, O., Higuete, S., De Burbure, C., Buchet, J. P., Hermans, C., Dumont, X., Doyle, I. (2003). Lung hyperpermeability and asthma prevalence in schoolchildren: unexpected associations with the attendance at indoor chlorinated swimming pools. *Occup. Environ. Med.* 60(6), 385-94.
- Bougault, V., Turmel, J., Levesque, B. y Boulet, L.P. (2009). The Respiratory Health of Swimmers. *Sport Medicine.* 39, 295-312.
- Corominas A. (2010). *Planes de autocontrol en piscinas de uso colectivo.* Curso de Gestión y Mantenimiento de Piscinas Climatizadas. Toledo. Dirección General del Deporte de Castilla-La Mancha.
- Dalolio, L., Belletti, M., Agostini, A., Teggi, M., Bertelli, M., Bergamini, C., Chetti, L. y Leoni, E. (2013). Hygienic surveillance in swimming pools: Assessment of the water quality in Bologna facilities in the period 2010-2012. *Microchemical Journal.* 110, 624-628.
- Drobnic, F. (2009). Impacto sobre la salud de los compuestos utilizados en el tratamiento del agua en las piscinas. Estado de la cuestión. *Apunts Med. Esport.* 161, 42-47.
- Dufour, A. P., Evans, O., Behymer, T. D. y Cantú, R. (2006). Water ingestion during swimming activities in a pool: a pilot study. *J. Water Health.* 4(4), 425-430.
- Dyck, R., Sadiq, R., Rodríguez, M.J., Simard, S. y Tardif, R. (2011). Trihalomethane exposures in indoor swimming pools: A level III fugacity model. *Water Research.* 45, 5084-5098.
- Escartín, J. L., Arnedo, A., Pinto, V. y Vela, M. J. (2000). A study of dental staining among competitive swimmers. *Community Dent. Oral Epidemiol.* 28(1), 10-17.
- Evans, O., Cantú, R., Bahymer, T.D., Kryak, D. D. y Dufour, A. P. (2001). *A pilot study to determine the water volume ingested by recreational swimmers.* En: World Health Organization-WHO (2006). *Guidelines for safe recreational water environments.* Vol. II. Swimming pools and similar environments. Gónova.
- Font-Ribera, L., Esplagues, A., Ballester, F., Martínez-Argüelles, B., Tardón, A., Freire, C., Fernández, M., Carrasco, G., Cases, A., Sunyer, J. y Villanueva, C. (2010). Trihalometanos en el agua de piscinas en cuatro zonas de España participantes en el proyecto INMA. *Gac. Sanit.* 24(6), 483-486.
- Font-Ribera, L., Villanueva, C. M., Nieuwenhuijsen, M. J., Zock, J. P., Kogevinas, M. y Henderson, J. (2011). Swimming pool attendance, asthma, allergies, and lung function in the Avon Longitudinal Study of Parents and Children cohort. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 183 (5), 582-588.
- Freixa, A. (1994). Norma Técnica de Prevención-NTP 341: *Exposición al cloro en piscinas cubiertas.* Instituto Nacional de Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- Freixa, A., Guardino, X., Grasa, C. y Piernagorda, L. (2005). *Norma Técnica de Prevención-NTP 689: Piscinas de uso público (I).* Riesgos y prevención. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España.
- Freixa, A., Pascual, A. y Guardino, X. (2006). *NTP 690: Piscinas de uso público (II).* Peligrosidad de los productos químicos. Instituto Nacional de Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- Gomá, A. (2001). *Implantación de ozonización 100% en las piscinas de la Universidad Autónoma de Barcelona.* Bellaterra: Servicio de Actividad Física. Universidad de Barcelona.
- Goodman, M. y Hays, S. (2008). Asthma and swimming: a meta-analysis. *J. Asthma.* 45, 639-47.
- Helenius, I. y Haahela, T. (2000). Allergy and asthma in elite summer sport athletes. *J. Allergy. Clin. Immunol.* 106(3), 444-52.
- Hernández, A. (1999). *Norma Técnica de Prevención-NTP 538: Legionelosis: medidas de prevención y control en instalaciones de suministro de agua.* Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Hernández, A. (2006). *Norma Técnica de Prevención-NTP 691: Legionelosis: revisión de las normas reglamentarias (I).* Aspectos generales. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Silva Piñeiro, R. (2015). Seguridad y salud en instalaciones acuáticas: Riesgos para trabajadores y usuarios en piscinas tratadas con cloro. *Revista Española de Educación Física y Deportes,* 408, 57-70

- Hernández, A. (2006). *Norma Técnica de Prevención-NTP 692: Legionelosis: revisión de las normas reglamentarias (II). Medidas específicas*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. IPCS-Collaboration International Programme for Chemical Safety (2000). *Disinfectants and Disinfectant byproducts. Environmental Health Criteria 216*. World Health Organization. Geneva.
- Ishioka, M., Kato, N., Kobayashi, A., Dogru, M. y Tsubota, K. (2008). Deleterious effects of swimming pool chlorine on the corneal epithelium. *Cornea*. 27, 40-43.
- Kogenivas, M., Villanueva, C., Font-Ribera, L., Liviác, D., Bustamante, M., Espinoza, F., Nieuwenhuijsen, M., Espinoza, A., Fernández, P., DeMarini, D., Grimalt, J., Grummt, T. y Marcos, R. (2010). *Genotoxic Effects in Swimmers Exposed to Disinfection byproducts in Indoor Swimming Pools. Environmental Health Perspectives*. Consulta: 11 de enero de 2014 [<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2974689/>]
- Kulshrestha, P., McKinstry, K.C., Fernández, B. O., Feelisch, M. y Mitch, W. A. (2010). Application of an optimized total N-nitrosamina assay to pools: placing N-nitrosodimethylamine determinations into perspective. *Environ. Sci. Technol.* 44(9), 3369-3375.
- Langdeau, J. B., Turcotte, H., Bowie, D.M., Jobin, J., Desgagne, P. y Boulet, L. P. (2000). Airway hyperresponsiveness in elite athletes. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 161(5), 1479-1484.
- Lazarov, A., Nevo, K., Pardo, A. y Froom, P. (2005). Self-reported skin disease in hydrotherapists working in swimming pools. *Contact Dermatitis*. 53(6), 327-331.
- Lévesque, B., Duchesne, J. F., Gingras, S., Lavoie, R., Prud'Homme, D., Bernard, E., Boulet, L. P. y Ernst, P. (2006). The determinants of prevalence of health complaints among young competitive swimmers. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*. 80(1), 32-39.
- Lewis-Jones S. (2006). Quality of life and childhood atópica dermatitis: the misery of living with childhood eczema. *Int. J. Clin. Pract.* 60(8), 984-992.
- Liguori, G., Capelli, G., Carraro, E., Di Rosa, E., Fabiani, L., Leoni, E., Marensi, L., Napoli, C., Pasquarella, C., Romano, V., Canossa, C., Dallolio, L., Di Onofrio, V. y Giampaoli, S. (2014). A new checklist for swimming pools evaluation: A pilot study. *Microchemical Journal*. 112, 181-185.
- Llana, S., Zarzoso, M. y Pérez, P. (2009). Riesgos para la salud de la natación en piscinas cloradas (I). *Archivos de Medicina del Deporte*. 130(25), 46-58.
- Martín, O., Corominas, A., Freixa, A., Gomá, A., Cinta, M. y Francheck, D. (2009). *Estudio sobre el aire de las piscinas de uso público. Bases teóricas y de actuación*. Institut d'Estudis de la Seguretat.
- MSC-Ministerio de Sanidad y Consumo (2007). *Guía técnica para la prevención y control de la legionelosis en instalaciones*. Subdirección General de Sanidad Ambiental y Salud Laboral.
- MSSI-Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad (2014). *Guía para la elaboración del protocolo de autocontrol de piscinas*. Consulta: 10 de marzo de 2014. [<http://www.mssi.gob.es/profesionales/saludPublica/saludAmbLaboral/calidadAguas/piscinas/pdf/guiaautocontrolpiscinas.pdf>]
- Nemery, B., Hoet, P. H. y Nowak, D. (2002). Indoor swimming pools, water chlorination and respiratory health. *Eur. Respir. J.* 19(5), 790-793.
- Nickmilder, M. y Bernard, A. (2007). Ecological association between childhood asthma and availability of indoor chlorinated swimming pools in Europe. *Occup. Environ. Med.* 64(1), 37-46.
- Nystad, W., Nja, F., Magnus, P. y Nafstad, P. (2003). Baby swimming increases the risk of recurrent respiratory tract infections and otitis media. *Acta Paediatr.* 92(8), 905-909.
- Pardo, A., Nevo, K., Vigiser, D. y Lazarov, A. (2007). The effect of physical and chemical properties of swimming pool water and its close environment on the development of contact dermatitis in hydrotherapists. *Am. J. Ind. Med.* 50(2), 122-126.
- Pasquarella, C., Veronesi, L., Napoli, C., Castaldi, S., Pasquarella, M.L., Saccani, E., Colucci, M.E., Auxilia, F., Galle, F. y Di Onofrio, V. (2013). Swimming pools and health-related behaviours: results of an Italian multicentre study on showering habits among pool users. *Public Health*. 127, 614-619.
- Real Decreto 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE-APQ-1, MIE-APQ-2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-APQ-5, MIE-APQ-6 y MIE-APQ-7. BOE núm. 112, 10 de mayo de 2001, 16838-16929.
- Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. BOE núm. 171, 18 de julio de 2003, 28055-28069.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. BOE núm. 74, 28 de marzo de 2006, 11816-11831.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. BOE núm. 207, 29 agosto de 2007, 35931-35983.

- Real Decreto 830/2010, de 25 de junio, por el que se establece la normativa reguladora de la capacitación para realizar tratamientos con biocidas. BOE núm. 170, 14 de julio de 2010, 61877-61889.
- Real Decreto 742/2013, de 27 de septiembre, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de las piscinas. BOE núm. 244, 11 de octubre de 2013, 83123-83135.
- Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH). DOUE núm. 396, 30 de diciembre de 2006, 1-852.
- Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. DOUE, núm. 353, 31 de diciembre de 2008, 1-1355.
- Reglamento (UE) nº 528/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de mayo de 2012, relativo a la comercialización y el uso de los biocidas. DOUE núm. 103, 5 de abril de 2014, 22-32.
- Santa Marina, L., Ibarluzea, J., Basterrechea, M., Goñi, F., Ulibarrena, E., Artieda, J. y Orruño, I. (2009). Contaminación del aire interior y del agua de baño en piscinas cubiertas de Guipúzcoa. *Gac. Sanit.* 23(2), 115-120.
- Schets, F. M., Schijven, J. F. y Husman, A. M. (2011). Exposure assessment for swimmers in bathing waters and swimming pools. *Water. Res.* 45(7), 2392-2400.
- SHC-Superior Health Council of Belgium (2012). *The issue of chlorine in swimming pools: Risk attendant on baby swimming and reflections on the different methods used to disinfect swimming pools.* Consulta: 13 de diciembre de 2013. [<http://www.eurochlor.org/media/60032/shc-8748-babyswimmers.pdf>].
- Tamaral, F. (2012): *Análisis integral de piscinas climatizadas en Castilla-La Mancha.* Tesis Doctoral. Universidad de Castilla-La Mancha.
- Thickett, K. M., McCoach, J.S., Gerber J. M., Sadhra, S. y Burge, P. S. (2002). Occupational asthma caused by chloramines in indoor swimming-pool air. *Eur. Respir. J.* 19(5), 827-32.
- UBA-Federal Environment Agency (2011). *For now, children younger than two with a family history of allergies should not swim in indoor pools.* Consulta: 10 de diciembre de 2013. [<http://www.umweltbundesamt.de/en/press/pressinformation/baby-swimming-possible-risk-of-asthma-caused>].
- Varraso, R., Massin, N., Hery, M., Fradier-Dusch, M., Michaely, J. P., Fournier, M., Hubert, G., Biette, P., Rieger, B., Berthelin, A., Hecht, G. y Nadif, R. (2002). Not only training but also exposure to chlorinated compounds generates a response to oxidative stimuli in swimmers. *Toxicol. Ind. Health.* 18(6), 269-278.
- Villanueva, C. M., Cantor, K. P., Grimalt, J., Malats, N., Silverman, D., Tardon, A., García-Closas, R., Serra, C., Carrato, A., Castaño-Vinyals, G., Marcos, R., Rothman, N., Real F., Dosemeci, M. y Kogenivas, M. (2007). Bladder cancer and exposure to water disinfection byproducts through ingestion, bathing, showering, and swimming in pools. *Am. J. Ep.* 165(2), 148-56.
- Weaver, W. A., Li, J., Wen, Y., Johnston, J., Blatchley, M. R., & Blatchley Iii, E. R. (2009). Volatile disinfection by-product analysis from chlorinated indoor swimming pools. *Water Research*, 43(13), 3308-3318.
- Weiler, J. M. y Ryan, E. J. (2000). Asthma in United States olympic athletes who participated in the 1998 Olympic Winter Games. *J. Allergy Clin. Imm.* 106(2), 267-271.
- Weng, S., y Blatchley, E. (2011). Disinfection by-product dynamics in a chlorinated, indoor swimming pool under conditions of heavy use: National swimming competition, *Water Research*, 45, 5241-5248.
- WHO-World Health Organization (2006): Guidelines for safe recreational water environments. Vol. II. *Swimming pools and similar environments.* Génova.