



# Documentación

## NTP 341: Exposición a cloro en piscinas cubiertas

Exposition au chlore dans les piscines couvertes  
Chlorine in indoor swimming pools

### Redactora:

Asunción Freixa Blanxart  
Licenciada en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

*Las piscinas cubiertas son áreas de exposición al cloro, que hasta el momento sigue siendo el producto químico más empleado para la desinfección del agua. El colectivo de personas expuestas en una piscina cubierta es muy variado en cuanto a características, edad, actividad y tiempo de exposición. Por otro lado, las importantes concentraciones de cloro habitualmente presentes en el aire de las mismas, pueden provocar la formación de otros derivados clorados, la exposición a los cuales también habría que considerar. En la presente NTP se resume la experiencia disponible sobre la exposición a cloro por parte de los trabajadores y usuarios de las piscinas cubiertas, así como las normas preventivas básicas para la reducción de dicha exposición*

## Introducción

El ejercicio de la natación es considerado como uno de los deportes más completos que existen, en el sentido de que estimula el desarrollo y el fortalecimiento de toda la anatomía del ser humano.

No es difícil de comprender que el agua de una piscina pública -o por lo menos utilizada por un número relativamente grande de personas- es un vehículo ideal para la transmisión de enfermedades; personas aparentemente sanas pueden ser portadoras de agentes que son capaces de contagiar a otras personas menos resistentes.

Por ello es necesario llevar a cabo una adecuada desinfección del agua del vaso de la piscina con un producto que a la vez de garantizar la desinfección no sea agresivo con respecto al usuario de la piscina ni al medio ambiente.

Desde principios de siglo, la cloración del agua ha sido el método más empleado de desinfección de las aguas de uso público. La cloración puede, además, ir acompañada de la adición de otros productos químicos destinados a regular su calidad y su aspecto.

Aunque existen actualmente procesos alternativos al uso del cloro para controlar la calidad microbiológica de las aguas, como el ozono o las radiaciones UV, la cloración sigue siendo el proceso más común.

A pesar de que la dosificación del cloro se realiza de manera automática y constante, puede suceder que en algún momento exista una cantidad excesiva de cloro tanto en el

vaso de la piscina como en el ambiente. Las personas más expuestas al cloro, aparte de los nadadores, son los monitores de natación y personal de mantenimiento.

## Desinfección del agua del vaso de las piscinas

En ausencia de un adecuado tratamiento químico, el agua de las piscinas puede transformarse en un medio de cultivo para bacterias y hongos, responsables de diversas enfermedades infecciosas (dermatitis, otitis, afecciones del aparato respiratorio o sistema digestivo). Para que el agua de la piscina mantenga de una forma constante y latente un determinado poder microbiocida y desinfectante para combatir la contaminación y garantizar un agua microbiológicamente correcta se recurre al empleo de algunos productos químicos.

Una posibilidad, aunque la menos usada, es la utilización de ozono. De acuerdo con la normativa actual vigente, el dispositivo de ozonización tiene que estar un tiempo mínimo (4 minutos) de contacto con el agua del vaso de las piscinas, mientras que no debe quedar ozono residual libre.

La cloración es el tratamiento desinfectante mayoritariamente empleado en las piscinas tanto públicas como privadas. El objetivo de la cloración es el de garantizar al agua un buen "estado de salud" y mantener la presencia de un cierto nivel de cloro libre activo para actuar como oxidante-desinfectante contra la contaminación provocada básicamente por los mismos bañistas. El cloro, en función del pH, se combina con las sustancias orgánicas dando así origen a la formación de cloraminas (cloro combinado o compuesto) que tienen el poder desinfectante mucho menor que el del cloro libre activo. El cloro combinado o las cloraminas son las verdaderas causas del prurito conjuntival y del molesto olor que tienen a veces las piscinas. La cloración del agua se produce por la reacción de iones hipoclorito y cloruro. Por adición de cantidades adecuadas de hipoclorito y clorhídrico se regula la reacción y se obtiene la cantidad deseada de cloro. Un valor de pH superior a 7,6 es causa de irritación en conjuntiva y mucosas, favorece las incrustaciones y reduce en gran medida la capacidad desinfectante del cloro. De hecho, con valores de pH superiores a 7,6 sólo una mínima parte del producto de cloro añadido al agua se transforma en ácido hipocloroso, que es el verdadero agente oxidante-desinfectante. El resto se transforma en el ion hipoclorito que es 100 veces menos activo como desinfectante que el ácido hipocloroso.

## Efectos del cloro sobre el organismo

### El cloro como agente irritante

El cloro es un gas irritante de las mucosas y del aparato respiratorio que puede producir hiperreactividad bronquial en individuos susceptibles. El primer síntoma de exposición es la irritación de las mucosas oculares, de la nariz y de la garganta, que va en aumento hasta producir un dolor agudo. Esta irritación afecta también a las vías respiratorias inferiores, produciendo una tos refleja que puede provocar el vómito y en casos extremos edema pulmonar. Las personas expuestas durante largos periodos de tiempo a bajas concentraciones de cloro pueden presentar una erupción que se conoce como cloracné.

La exposición a concentraciones de cloro de  $45 \text{ mg/m}^3$  provoca irritación de las membranas mucosas del ojo y de la nariz y, especialmente, de la garganta y los pulmones. Concentraciones de  $150 \text{ mg/m}^3$  o más son muy peligrosas incluso en exposiciones de corta duración. Las exposiciones agudas a altas concentraciones pueden provocar

inflamación en los pulmones con acumulación de líquido. Dichos síntomas pueden manifestarse de forma retardada hasta dos días después de la exposición al gas. El edema pulmonar se desarrolla más rápidamente en las personas que se hallaban realizando un trabajo más fuerte. El contacto del cloro con la piel también produce quemaduras. El nivel más bajo al que se detectan sus efectos (NOEL) se asocia habitualmente a su umbral olfativo ( $< 0.3 \text{ mg/m}^3$ ).

## **Prevalencia del asma e hiperreactividad bronquial en los deportistas**

El asma es una enfermedad frecuente, no sólo entre la población infantil y juvenil, sino también en la población adulta. Es un hecho habitual en los últimos decenios que individuos con asma reconocido de varios años de evolución, sean deportistas de alto nivel, quedando por ello demostrado que su enfermedad no es un impedimento para poder rendir físicamente al cien por cien de sus posibilidades. Por otra parte, se ha evidenciado que entre los deportistas de alto nivel, con una prevalencia de asma similar a la de la población general para el mismo rango de edad, existe una prevalencia de hiperreactividad bronquial mucho más elevada, especialmente entre los practicantes de deportes acuáticos. La presencia de hiperreactividad bronquial, si bien no indica la presencia de asma, indica que existe una tendencia de los bronquios a responder más fácilmente ante un estímulo externo mediante una broncoconstricción. Aunque los deportistas no asmáticos, que poseen la mencionada hiperreactividad, no presentan ningún síntoma en condiciones normales, sí los relatan cuando entrenan en ambientes con presencia elevada de cloro ambiental.

## **Hiperreactividad de las vías aéreas**

Las estructuras dinámicas de las vías aéreas cambian de diámetro en respuesta a una gran variedad de estímulos. Cuando se precisa movilizar una gran cantidad de aire, como ocurre durante el ejercicio físico, se produce una broncodilatación y, por el contrario, cuando se pretende limitar este aporte de aire, como cuando tiene lugar una exposición a gases irritantes, aparece la tos y broncoconstricción.

En el individuo que padece asma la respuesta de las vías aéreas está marcadamente aumentada. Los bronquios, responden exageradamente a pequeños estímulos físicos, químicos o farmacológicos a diferencia de lo que ocurre con los individuos sanos. Este fenómeno se denomina hiperreactividad bronquial y puede definirse con mayor facilidad como un estrechamiento exagerado de las vías aéreas.

La broncoconstricción no está limitada a las vías aéreas de los asmáticos; los bronquios de individuos sanos también se contraen si el estímulo es suficientemente intenso. La diferencia entre unos y otros es la facilidad de respuesta que padecen los individuos asmáticos.

En la mayoría de personas que padecen asma es inevitable hablar del asma de esfuerzo, que es aquel asma en el cual el origen de la crisis se debe a la realización de un ejercicio físico de mayor o menor intensidad y duración.

## **Efectos del cloro en los nadadores de alto nivel**

La sensación relatada por los deportistas y las pruebas de provocación bronquial realizadas llevan al planteo de dos posibles hipótesis. La primera, que el elevado volumen de entrenamiento (varios años), con la consiguiente hiperventilación y, por tanto, introducción en el árbol respiratorio de grandes cantidades de cloro, provoca en

determinados sujetos una alteración de la mucosa bronquial que es la causante de esta hiperrespuesta. La segunda hipótesis, menos probable pero que no se puede descartar, es que los deportistas acuáticos ya tienen una cierta tendencia a padecer hiperreactividad bronquial, y han llegado a la natación porque es el deporte en el que más a gusto se encuentran; de hecho, es el deporte que reúne las mejores condiciones para la práctica por el individuo con asma. En cierto modo, se producen los factores necesarios para considerar la presencia de esta hiperreactividad como posible forma de asma de carácter ocupacional.

## **Normativas y criterios de valoración**

### **Valores de referencia en higiene industrial**

Los niveles de cloro ambiental que se emplean como referencia en estudios higiénicos están pensados para ambientes industriales con riesgo de presencia de cloro. La American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) establece un valor umbral límite (TLV) para el cloro de 1,5 mg/m<sup>3</sup> para exposiciones de 8 horas día y 40 horas a la semana y 2,9 mg/m<sup>3</sup> para cortos períodos de exposición (TLV, ACGIH, USA) (1993), que es un valor ampliamente usado como referencia en higiene industrial, no presentando diferencias especialmente significativas los otros valores usados como referencia o establecidos como normativas.

### **Reglamento sanitario de piscinas de uso colectivo (B.O.E.)**

La orden 31 mayo 1960 del Boletín Oficial del Estado determina en el artículo 17: "cuando la depuración del agua se haga por procedimientos que impliquen la utilización del cloro o sus derivados, la cantidad de cloro libre que el agua contenga no excederá nunca de 0,20 a 0,60 miligramos por litro".

### **Reglamento sanitario de piscinas para uso colectivo (Generalidad de Cataluña)**

El decreto 193/1987 de 19 de mayo del Diario Oficial de la Generalidad de Cataluña, por la cual se aprueba el Reglamento Sanitario de Piscinas para uso colectivo, determina en el artículo 33.1 que los límites autorizados en el agua del vaso, en lo referente a los productos utilizados para la desinfección del agua serán:

- "De 0,5 mg/l a 2 mg/l de cloro residual libre. El cloro total no excederá en más de 0,6 mg/l el nivel medio de cloro residual libre. Valores expresados en cloro".

En lo referente a la temperatura y ventilación se indica en los artículos 13 y 26 que:

- "Las piscinas cubiertas dispondrán de las instalaciones que aseguren la renovación constante del aire en el recinto, una temperatura superior de 2º a 4ºC a la del agua de la piscina y una humedad relativa del 60% al 70%. La temperatura en las piscinas cubiertas estará comprendida entre 24 y 30 ºC y se fijará de acuerdo con el uso del vaso".

## **Metodología analítica**

Existen diversos procedimientos para la determinación de cloro en aire. Aparte de los métodos directos con detectores específicos, pueden destacarse los métodos

colorimétricos, tales como el de la o-Toluidina, del Anaranjado de metilo y del Ioduro potásico, que es el que se ha empleado. Estos métodos colorimétricos, son rápidos, sensibles y simples. El principal inconveniente que presentan son las interferencias de otros gases oxidantes o reductores y la poca estabilidad de las muestras, lo que implica que debe procederse a su análisis lo antes posible.

## Toma de muestras y análisis

Las muestras se captan a un caudal de 0,2-1 l/min, haciendo pasar el aire través de 2 borboteadores dispuestos en serie con 10 ml de solución absorbente de KI al 1 % a pH 3,5, durante el tiempo necesario para muestrear entre 15 y 30 litros de aire. El yodo liberado en el reactivo de absorción se mide en un espectrofotómetro UV-VIS a 352 nm y se compara con una curva de calibrado de yodo. Es recomendable efectuar las mediciones en el borde del vaso de la piscina.

## Problemática detectada

1. A mayor tamaño del vaso de la piscina y mayor número de nadadores, mayor concentración de cloro en el aire.
2. Aún con el mismo número de nadadores en la piscina, los resultados obtenidos sobre la presencia de cloro en el aire al borde de la misma son diferentes. Un entrenamiento del tipo "mantenimiento" (con escasa agitación del agua), genera una presencia de cloro en el aire muy inferior que la que se determina cuando se realiza una natación del tipo deportivo (con entrenamiento intenso y fuerte agitación del agua) o recreativo (niños jugando).
3. En las piscinas con surtidores puntuales de cloro, las mediciones de la concentración de cloro en el aire efectuadas en las proximidades de dichos surtidores resultan significativamente más elevadas que las mediciones efectuadas en puntos más alejados, no ocurriendo así en las piscinas con surtidores de cloro distribuidos uniformemente por todo el fondo de la piscina.
4. La concentración ambiental de cloro aumenta claramente hacia el final de la jornada.
5. Se ha observado que en algunas piscinas con ventilación deficiente, al presentar un contenido de cloro en el agua elevado (aún dentro de la normativa), la concentración de cloro en el aire era muy elevada. Asimismo, cuando, no se cumplía la exigencia normativa de dos grados de diferencia entre la temperatura ambiental y la del vaso de piscina, por hallarse ésta última demasiado alta, el desprendimiento al aire de cloro era mayor. Ello actúa negativamente tanto en cuanto a contaminación del aire como a menor tiempo de estancia del cloro en el agua, reduciendo sus efectos desinfectantes.

## Conclusiones

A la luz de la experiencia acumulada en los estudios realizados en las diferentes piscinas en las que se habían presentado problemas, se han obtenido las siguientes conclusiones generales:

1. Las posibles causas de la presencia de concentraciones elevadas de cloro en el aire de la piscina son dos: mal funcionamiento del sistema de cloración automático y

ventilación inadecuada.

2. Aunque, en general, las piscinas suelen cumplir los límites de concentración de cloro libre y residual en el agua del vaso de la piscina, la mayoría de intoxicaciones agudas son debidas a un mal funcionamiento puntual del aparato de cloración automático por falta de control y mantenimiento, por lo que los responsables técnicos de las piscinas deberían seguir al pie de la letra la normativa existente sobre control del cloro libre y residual de las piscinas.
3. La mayoría de las piscinas tienen una ventilación con renovación insuficiente, que explica el aumento de la concentración ambiental a lo largo del día. Las causas de la misma hay que buscarlas en el elevado coste energético de la climatización-ventilación y a que las corrientes de aire existentes deben ser lo menor posibles por cuestiones de confortabilidad.
4. La ocupación y actividad de los nadadores presentes es muy variable, estando directamente relacionadas con la presencia de cloro ambiental. Sería conveniente ajustar la renovación del aire a estas circunstancias para mantener la concentración de cloro ambiental lo más baja posible.
5. Los niveles de cloro ambiental a que están expuestos los nadadores son inferiores a los valores TLV para 8 horas/día citados anteriormente, entre 10 y 40%. Sin embargo, el ritmo respiratorio que mantienen los nadadores, waterpolistas o nadadoras que practican natación sincronizada es muy superior al de un trabajador realizando un "trabajo moderado" que es, en principio, el supuesto para el establecimiento del TLV. Según datos disponibles, la ventilación respiratoria puede alcanzar, durante períodos largos, hasta 120 l/min, mientras que para un trabajo moderado se consideran de 20 a 30 y para un trabajo fuerte hasta 50 l/min. Por lo que hace referencia al tiempo de exposición, la mayoría de los nadadores realizan dos entrenamientos diarios de dos horas cada uno de duración, lo que implica cuatro horas diarias en la piscina. Teniendo en cuenta lo expuesto y considerando además que el nadador se halla inmerso en el propio foco de emisión de cloro, es probable que tenga lugar una exposición cercana a los valores TLV para 8 horas y para cortos períodos de exposición. Esta exposición de los nadadores "profesionales" puede ser perjudicial para la salud, no sólo de una forma aguda, con disminución del rendimiento y síntomas respiratorios y óculo-nasofaríngeos, sino de una forma crónica, afectando la mucosa del árbol respiratorio del practicante de este deporte.
6. Aparte de los nadadores, también los monitores técnicos de mantenimiento y otros empleados de las piscinas están expuestos a un ambiente con una concentración de cloro relativamente elevada, por lo que también pueden verse afectados de forma crónica por los efectos perjudiciales del cloro.

## Bibliografía

(1) AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL HYGIENISTS (A.C.G.I.H)

**Documentation of the threshold limit values and biological exposure indices. 5th Ed**

A. C. G. I. H., Cincinnati, Ohio, USA, 1986

(2) DROBNIC, F., BANQUELLS, M., MIRANDA, R., CASAN, P., SANCHIS, J. FREIXA, A., GUARDINO, X.,

**Prevalence of bronchial hyperreactivity in elite swimmers in front of other sports.**

Proceedings of the Second IOC World Congress on Sports Sciences. Barcelona October

1992. 347-348

(3) FREIXA, M., SALAFRANCA, L., GUARDIA, J., FERRER, R., TURBANY, J.  
**Análisis exploratorio de datos: nuevas técnicas estadísticas**  
Promociones y Publicaciones Universitarias S.A. Barcelona 1992

(4) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO  
**Norma HA-222. Cloro en aire por Espectrofotometría UV-V**  
INSHT, Madrid, 1976

(5) MCFADDEN, E.  
**Pathogenesis of asthma**  
J. Allergy Clin. Immunol. 1984; 73(4) 413-424

(6) MONOD, H., FLANDROIS, R.,  
**Manual de fisiología del deporte**  
Masson Barcelona, 1986

(7) NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH  
**Manual of Analytical Methods 3rd Ed**  
N.I.O.S.H., Cincinnati, Ohio, USA, 1984

(8) NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH  
**Criteria for a Recommended Standard-Occupational Exposure to Chlorine**  
N.I.O.S.H., Cincinnati, Ohio, USA, May 1976

---

Advertencia

© INSHT