

El nadador d'èlit, exposició al clor en piscines cobertes

El nadador de élite, exposición al cloro en piscinas cubiertas

A. Freixa*; X. Guardino*; F. Drobic**

* Institut Nacional de Seguretat i Higiene en el Treball. Centre Nacional de Condicions de Treball.

** Centre d'Alt Rendiment (CAR). Departament de Medicina de l'Esport.

Introducció

L'exercici de la natació és considerat com un dels esports més complets que hi ha, perquè estimula el desenvolupament i l'enfortiment de tota l'anatomia de l'ésser humà. La natació representa a més a més un exercici molt especial, ja que al fet que el pes del cos sigui pràcticament anul·lat s'hi contraposa l'existència d'una resistència més gran a l'avançament. Això explica que, per a una velocitat igual, la despesa energètica sigui més gran durant la natació que durant la marxa o la correguda. La relació que hi ha entre la despesa d'energia i la velocitat de progressió a l'aigua depèn també de l'estil emprat. En *crawl* o estil lliure, el cost energètic és, de mitjana, proporcional al quadrat de la velocitat, mentre que en els altres estils de natació, l'exponent és superior a dos.

Tanmateix, aquest no és pas l'únic problema que té l'esport de la natació, ja que freqüentar les piscines implica un risc per a la salut a causa de l'exposició al clor. Per això es pot afirmar que el nadador amb una activitat esportiva intensa, al qual podríem anomenar nadador d'èlit, és un exposat professional al clor.

En efecte, en el nadador d'èlit hi concorren tres circumstàncies que contribueixen especialment a la seva exposició al clor: en primer lloc, la presència de clor a l'aire ambient de les piscines; en segon lloc, el fet de romandre moltes hores a la piscina (en època d'entrenament intens fins a sis hores), i, en tercer lloc, la realització d'un exercici físic en el qual utilitza, en certs períodes curts, el màxim de la seva capacitat toràcica.

Introducción

El ejercicio de la natación está 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. La natación representa además un ejercicio muy especial, ya que, al hecho de que el peso del cuerpo está prácticamente anulado se contrapone la existencia de una mayor resistencia al avance. Esto implica que para una velocidad igual, el gasto energético es más grande durante la natación que durante la marcha o la carrera. La relación existente entre el gasto de energía y la velocidad de progresión en el agua depende también del estilo utilizado. En *crawl* o estilo libre, el coste energético es, por término medio, proporcional al cuadrado de la velocidad, mientras que para los otros estilos de natación el exponente es superior a 2.

Sin embargo, éste no es el único problema que presenta el deporte de la natación ya que el frecuentar las piscinas implica un riesgo para la salud a causa de la exposición al cloro. Por ello se puede afirmar que el nadador con un actividad deportiva intensa, al que podríamos llamar nadador de élite, es un expuesto profesional al cloro.

En efecto; en el nadador de élite, concurren tres circunstancias que contribuyen especialmente a su exposición al cloro: en primer lugar, la presencia de cloro en el aire ambiente de las piscinas; en segundo lugar, el hecho de permanecer muchas horas en la piscina (en épocas de entrenamiento intenso, hasta seis horas) y, en tercer lugar, la realización de

Pels motius exposats, s'ha dut a terme un estudi per a valorar els índexs de clor a l'aire ambient proper al nedador i les seves variacions en situacions diferents.

Objectius

L'objectiu del treball era la detecció de concentracions elevades de clor que, inhalades pels nedadors, podrien causar-los problemes respiratoris. En principi, la presència d'aquestes concentracions a l'aire de les piscines és atribuïble a dos factors: desprendiment en excés del clor dissolt a l'aigua, generat per a desinfectar, i una ventilació inadequada o insuficient. El primer cas és afectat, a més a més, per la temperatura de l'aigua, pel tipus d'activitat que es fa a la piscina i pel sistema de generació del clor.

Antecedents

Pel que fa a l'exposició crònica dels nedadors al clor, s'havia observat una prevalença d'asma en els nedadors espanyols que preparaven la seva participació a les olimpíades de 1992, i es feia evident la presència d'un nombre més gran d'asmàtics i d'hiperreactius davant l'estimulació amb metacolina, per comparació als practicants d'altres esports de competició. Com que es disposava d'aquesta informació i es coneixia per mitjà de mesures preses amb anterioritat que era habitual la presència de clor a l'aire de les piscines cobertes, es va considerar interessant disposar d'informació més completa sobre les concentracions de clor existents en diferents piscines i la seva relació amb les seves diferents variables.

Desinfecció de l'aigua del vas de les piscines

A manca d'un tractament químic adequat, l'aigua de les piscines pot transformar-se en un medi de cultiu per a bacteris i fongs, responsables de diverses malalties infeccioses (dermatitis, otitis, afeccions de l'aparell respiratori o del sistema digestiu). Per tal que l'aigua de la piscina mantingui de manera constant i latent un determinat poder microbicida i desinfectant per a combatre la contaminació i garantir microbiològicament correcta l'aigua, es recorre a l'ús d'alguns productes químics.

Una possibilitat, tot i que és el que menys es fa, és fer servir ozó. D'acord amb l'actual normativa vigent, el dispositiu d'ozonització ha d'estar un temps mínim (quatre minuts) de contacte amb l'aigua del vas de les piscines, i no ha de quedar ozó residual lliure.

La cloració és el tractament desinfectant emprat majoritàriament, i el seu objectiu és mantenir la

un ejercicio físico en el que utiliza, en ciertos periodos cortos, el máximo su capacidad torácica.

Por los motivos expuestos, se ha llevado a cabo un estudio para valorar los índices de cloro en el aire ambiente cercano al nadador y sus variaciones en diferentes situaciones.

Objetivo

El objetivo del trabajo era la detección de concentraciones elevadas de cloro que, inhaladas por los nadadores, podrían ser la causa de problemas respiratorios en los mismos. En principio, la presencia de dichas concentraciones en el aire de las piscinas es atribuible a dos factores: desprendimiento en exceso del cloro disuelto en el agua, generado para desinfección, y una ventilación inadecuada o insuficiente. El primer caso viene afectado, además, por la temperatura del agua, el tipo de actividad que se realiza en la piscina y el sistema de generación del cloro.

Antecedentes

Por lo que se refiere a la exposición crónica a cloro por parte de los nadadores, se había observado una prevalencia de asma en los nadadores españoles que preparaban su participación en las olimpíadas de 1992, evidenciándose la presencia de un mayor número de asmáticos y de hiperreactivos frente a la estimulación con metacolina, comparativamente con los practicantes de otros deportes de competición. Disponiéndose de esta información y conociéndose, a través de mediciones efectuadas con anterioridad, que era habitual la presencia de cloro en el aire de piscinas cubiertas, se consideró interesante disponer de información más completa sobre las concentraciones existentes de cloro en distintas piscinas y su relación con diferentes variables de las mismas.

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 microbicida 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 contac-

presència d'un cert nivell de clor lliure actiu per a actuar com a oxidant-desinfectant contra la contaminació provocada bàsicament pels mateixos banystes. El clor, segons el pH, es combina amb les substàncies orgàniques aportades pels mateixos nedadors i origina així la formació de cloramines (clor combinat o compost). La cloració de l'aigua es produeix per la reacció de ions hipoclorit i clorur. Per addició de quantitats adequades d'hipoclorit i clorhídric es regula la reacció i s'obté la quantitat de clor desitjada.

Efectes del clor sobre l'organisme

El clor com a agent irritant

El clor és un gas irritant de les mucoses i de l'aparell respiratori, que pot produir hiperreactivitat bronquial en individus susceptibles. El primer símptoma d'exposició és la irritació de les mucoses oculars, del nas i de la gola, que augmenta fins a produir un dolor agut. La irritació també afecta les vies respiratòries inferiors i produeix una tos reflexa que pot provocar el vòmit i en casos extrems edema pulmonar. Les persones exposades durant períodes llargs de temps a concentracions baixes de clor poden presentar una erupció coneguda com a cloracne.

L'exposició a concentracions de clor de 45 mg/m³ provoca irritació de les membranes mucoses de l'ull i del nas i, especialment, de la gola i els pulmons. Concentracions de 150 mg/m³ o més són perilloses fins i tot en exposicions de poca durada. Les exposicions agudes a concentracions altes poden provocar inflamació als pulmons amb acumulació de líquid. Aquests símptomes poden manifestar-se amb retard fins i tot dos dies després de l'exposició al gas. L'edema pulmonar es desenvolupa més ràpidament en les persones que fan un treball més intens. El contacte del clor amb la pell també produeix cremades. El nivell més baix en el qual se'n detecten els efectes (NOEL) s'associa habitualment al seu llindar olfactiu (<0,3 mg/m³).

Prevalença de l'asma i hiperreactivitat bronquial en els esportistes

L'asma és una malaltia freqüent, no solament entre la població infantil i juvenil, sino també en la població adulta. Hi ha referències abundants en la literatura que demostren que la realització d'un exercici físic, de manera regular i pautaada, millora la qualitat de vida i l'adaptació física i psíquica del pacient asmàtic a la seva malaltia. En conseqüència, és un fet habitual en els últims decennis que individus amb asma reconegut de diversos anys d'evolució siguin esportistes d'alt nivell, la qual cosa demostra que la seva malaltia no és cap

to con el agua del vaso de las piscinas, mientras que no debe quedar ozono residual libre.

La cloración es el tratamiento desinfectante mayoritariamente empleado, siendo el objetivo de la misma 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 de pH, se combina con las sustancias orgánicas aportadas por los mismos nadadores dando así origen a la formación de cloraminas (cloro combinado o compuesto). 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.

Efectos de 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 períodos de tiempo a bajas concentraciones de cloro pueden presentar una erupción que se conoce como cloracné.

La exposición a concentraciones de cloro de 45 mg/m³ provoca irritación de las membranas mucosas del ojo y de la nariz y, especialmente, de la garganta y los pulmones. Concentraciones de 150 mg/m³ 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 de sus efectos (NOEL) se socia habitualmente a su umbral olfativo (<0.3 mg/m³).

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. Existen abundantes referencias en la literatura que demuestran que la realiza-

impediment per a poder rendir físicament al cent per cent de les seves possibilitats.

D'altra banda, s'ha evidenciat que entre els esportistes d'alt nivell, amb una prevalença similar d'asma a la de la població general del mateix rang d'edat, hi ha una prevalença d'hiperreactivitat bronquial molt més elevada, especialment entre els qui practiquen esports aquàtics (natació, waterpolo i natació sincronitzada).

La presència d'hiperreactivitat bronquial, tot i que no indica l'existència d'asma, indica que hi ha una tendència dels bronquis a respondre més fàcilment davant d'un estímul extern mitjançant una broncoconstricció. Encara que els esportistes no asmàtics que tenien l'esmentada hiperreactivitat no tenien cap símptoma en condicions normals, sí que en tenien quan entrenaven en ambients amb una presència elevada de clor ambiental. El nexa d'unió entre l'asma, la hiperreactivitat bronquial i les concentracions de clor ambiental és l'acció irritant, que ja s'ha comentat, que té el clor.

Concepte d'hiperreactivitat de les vies aèries

Les estructures dinàmiques de les vies aèries canvien de diàmetre com a resposta a una gran varietat d'estímuls. Quan cal mobilitzar una gran quantitat d'aire, com passa durant l'exercici físic, es produeix una broncodilatació i, en canvi, quan es pretén limitar aquesta aportació d'aire, si hi ha una exposició a gasos irritants, apareix la tos i la broncoconstricció.

En l'individu que pateix asma, la resposta de les vies aèries és marcadament augmentada. Els bronquis responen exageradament a petits estímuls físics, químics o farmacològics, a diferència del que passa amb els individus sans. Aquest fenomen s'anomena hiperreactivitat bronquial i es pot definir amb més facilitat com un estrenyiment exagerat de les vies aèries.

La broncoconstricció no es limita a les vies aèries dels asmàtics; els bronquis dels individus sans també es contrauen si l'estímul és prou intens. La diferència entre uns i altres és la facilitat de resposta que tenen els individus asmàtics.

Asma d'esforç

Pel que fa a la majoria de persones que pateixen asma, és inevitable parlar de l'asma d'esforç, que és aquell asma en el qual l'origen de la crisi és degut a la realització d'un exercici físic de més o menys intensitat i durada.

La primera notícia sobre l'asma originat per l'esforç coincideix amb la que donarà nom a la malaltia. El segle II d.C., un metge capadoci, Arateus, escriu: "si corrent, fent gimnàstica o qualsevol altre treball la respiració es fa difícil, això s'anomena asma..." Al cap de mil cinc-cents anys, el 1698, un metge anglès, Sir John G. Floyer, va observar que durant la realització d'exercicis violents la respira-

ció de un exercici físic, de una forma regular y pausada, mejora la calidad de vida y la adaptación física y psíquica del paciente asmático a su enfermedad. En consecuencia, 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 ciento por ciento 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 (natación, waterpolo y natación sincronizada).

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 poseían la mencionada hiperreactividad, no presentaban ningún síntoma en condiciones normales, sí los relataban cuando entrenaban en ambientes con presencia elevada de cloro ambiental. El nexa de unión entre el asma y la hiperreactividad bronquial y las concentraciones de cloro ambiental es la acción irritante, ya comentada, que ejerce el cloro.

Concepto de 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.

Asma de esfuerzo

En la mayoría de personas que padecen asma es inevitable hablar del asma de esfuerzo, que es

ció de l'asmàtic minva. En el cas que tractem, en estudis posteriors, s'ha comprovat que la natació causa menys broncoconstricció que, per exemple, la correguda a l'aire lliure.

Efectes del clor en els nedadors d'alt nivell

La sensació que expliquen els esportistes i les proves de provocació bronquial fetes fan plantejar dues possibles hipòtesis. La primera és que molt d'entrenament (diversos anys), amb la consegüent hiperventilació, i, per tant, la introducció de grans quantitats de clor a l'arbre respiratori provoca en determinats subjectes una alteració de la mucosa bronquial que és la causa d'aquesta hiperresposta; això fa que en condicions ambientals al límit de la normalitat, els esportistes pateixin símptomes lleus i una disminució del rendiment esportiu. La segona hipòtesis, que tot i ser menys probable no es pot descartar, és que els esportistes aquàtics ja tenen una certa tendència a patir hiperreactivitat bronquial i han arribat a la natació perquè és l'esport en el qual estan més bé; de fet, és l'esport que reuneix les millors condicions per ser practicat per l'individu amb asma. Pel que fa a aquesta segona hipòtesi caldria un estudi prospectiu de la hiperreactivitat bronquial dels nens i adolescents que s'inicien en la natació, fer-ne el seguiment durant els anys d'entrenament.

En certa manera, hi ha els factors necessaris per a considerar la presència d'aquesta hiperreactivitat com a forma possible d'asma de caràcter ocupacional.

Normatives i criteris de valoració

Valors de referència en higiene industrial

Els nivells de clor ambiental que s'empren com a referència en estudis higiènics es refereixen a ambients industrials amb risc de presència de clor. La American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH) estableix un valor límit (TLV) per al clor d' $1,5 \text{ mg/m}^3$ pel que fa a exposicions de vuit hores dia i quaranta hores a la setmana (TWA) i $2,9 \text{ mg/m}^3$ pel que fa a períodes curts d'exposició (TLV-STEL). Aquest valor de referència és el més usat en higiene industrial, i els altres valors emprats com a referència o establerts com a normatives no presenten diferències especialment significatives.

D'altra banda, cal indicar que el nivell més baix en el qual se'n detecten els efectes (NOEL) s'associa habitualment al seu límit olfactiu ($<0,3 \text{ mg/m}^3$).

Reglament sanitari de piscines d'ús col·lectiu

L'Ordre de 31 de maig de 1960 del *Butlletí Oficial de l'Estat* determina en l'article 17: quan la depura-

aqueu asma en el qual el origen de la crisi se debe a la realització de un exercici físic de mayor o menor intensidad y duración.

La primera noticia sobre el asma originado por el esfuerzo coincide con la que dará nombre a la enfermedad. En el siglo II d. J.C. un médico capadocio, Arateus, escribe "... si corriendo, haciendo gimnasia, o cualquier otro trabajo, la respiración se hace difícil, esto se llama asma...". Después de 1500 años, en 1698, un médico inglés, Sir John G. Floyer, observó que durante la realización de ejercicios violentos la respiración del asmático se acorta. En el caso que nos ocupa, en estudios posteriores se ha comprobado que la natación causa menos broncoconstricción que, por ejemplo, la carrera al aire libre.

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; ello origina que en condiciones ambientales en el límite de la normalidad, los deportistas sufran síntomas leves y una disminución del rendimiento deportivo. 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. Esta segunda hipótesis requeriría un estudio prospectivo de la hiperreactividad bronquial de los niños y adolescentes que se introducen en la natación y su seguimiento a lo largo de los años de entrenamiento.

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 se refieren a 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 $1,5 \text{ mg/m}^3$ para exposiciones de 8 horas día y 40 horas a la semana (TWA) y $2,9 \text{ mg/m}^3$ para cortos periodos de exposi-

ció de l'aigua es faci per procediments que impliquin la utilització del clor o dels seus derivats, la quantitat de clor lliure que contingui l'aigua no excedirà mai de 0,20 a 0,60 mil·ligrams per litre.

Reglament sanitari de piscines per a ús col·lectiu (DOGC)

El Decret 193/1987, de 19 de maig, del *diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, per mitjà del qual s'aprova el Reglament sanitari de piscines per a ús col·lectiu, determina, en l'article 33.1 que els límits autoritzats a l'aigua del vas, pel que fa als productes emprats per a la desinfecció de l'aigua seran: "De 0,5 mg/l de clor residual lliure. El clor total no excedirà en més de 0,6 mg/l el nivell mitjà de clor residual lliure. Valors expressats en clor".

Quant a la temperatura i ventilació, els article 13 i 26 indiquen que: "Les piscines cobertes disposaran de les instal·lacions que assegurin la renovació constant de l'aire del recinte, una temperatura superior de 2° a 4° C a la de l'aigua de la piscina i una humitat relativa del 60% al 70%. La temperatura a les piscines cobertes serà d'entre 24° i 30° C i es fixarà d'acord amb l'ús del vas".

Reglament d'instal·lacions de calefacció, climatització i aigua calenta sanitària

A la Instrucció tècnica complementària (ITC del Reglament) Ordre de 16 de juliol de 1981, Pres. BO, de 13 d'agost, R. 1963, s'hi estableix que als locals per a l'esport, a la zona de pràctica, el requeriment d'aire de ventilació en dm³/s ha de ser entre 10 i 14, amb l'advertiment que, per a piscines, s'hauran d'estudiar, a més a més, les condensacions.

Desenvolupament de l'estudi

El treball es va plantejar des de dos punts de vista. D'una banda, es va planificar l'estudi d'un grup de quatre piscines (que anomenarem A, B, C i D), que reuneix unes condicions diferents pel que fa a dimensió, estructura, antiguitat i activitats, i en les quals nedaven els nedadors que hem anomenat d'élite. A les figures 1, 2, 3 i 4 es presenten esquemes d'aquestes piscines a escala. S'hi va duu a terme l'estudi de l'exposició crònica al clor. D'altra banda, es va aplegar l'experiència disponible dels casos constatats d'episodis d'exposició aguda al clor que van ser comunicats i en els quals va ser possible efectuar mesures ambientals de clor. Això va passar en tres piscines, que anomenarem X, Y i Z.

A les set piscines investigades, s'hi van efectuar determinacions de clor en aire, en hores diferents, als quatre cantons de cadascuna, al més a prop possible de l'aigua. A les piscines A, B, C i D, s'hi van valorar les concentracions ambiental de clor durant tota la jornada laboral, cinc dies diferents

ció (TLV-STEL). Este valor de referencia es el más ampliamente usado en higiene industrial, no presentando diferencias especialmente significativas los otros valores empleados como referencia o establecidos como normativas.

Por otro lado, cabe señalar que el nivel más bajo al que se detectan de sus efectos (NOEL) se asocia habitualmente a su umbral olfativo (<0.3 mg/m³).

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 (D.O.G. Cataluña)

El decreto 193/1987 de 19 de mayo del Diario Oficial de la Generalitat de Catalunya, por la cual se aprueba el Reglamento Sanitario de Piscinas para uso colectivo, determina en el artículo 33.1: 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 2° a 4°C 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°C y se fijará de acuerdo con el uso del vaso".

Reglamento de instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria

En la Instrucción Técnica Complementaria (ITC) del Reglamento (Orden de 16 julio 1981, Pres. B.O. 13 agosto, R. 1963) se establece que en los locales para el deporte, en la zona de práctica el requerimiento de aire de ventilación en dm³/s debe hallarse, por persona, entre 10 y 14, con la advertencia de que, para piscinas, deberán estudiarse, además, las condensaciones.

Desarrollo del estudio

El trabajo se planteó desde dos puntos de vista. Por un lado, se planificó el estudio de un grupo de cuatro piscinas (que llamaremos A, B, C y D), que

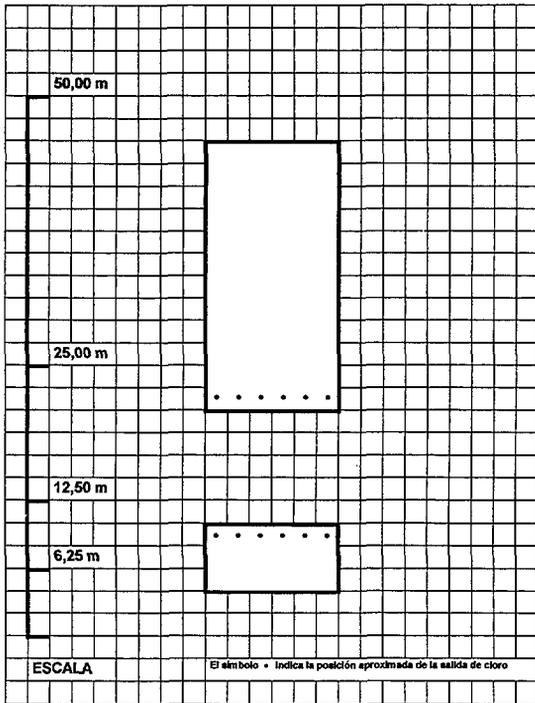


Figura 1. Piscina A.
Figura 1. Piscina A.

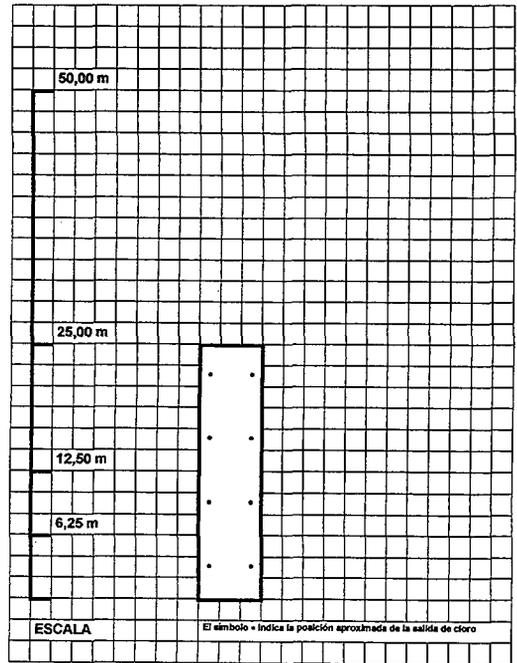


Figura 2. Piscina B.
Figura 2. Piscina B.

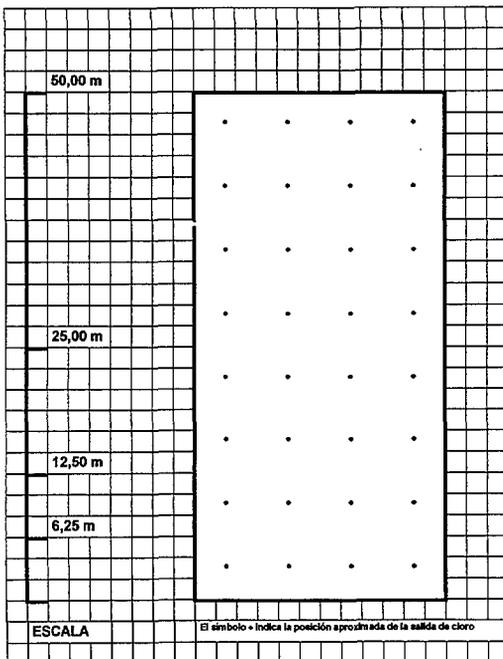


Figura 3. Piscina C.
Figura 3. Piscina C.

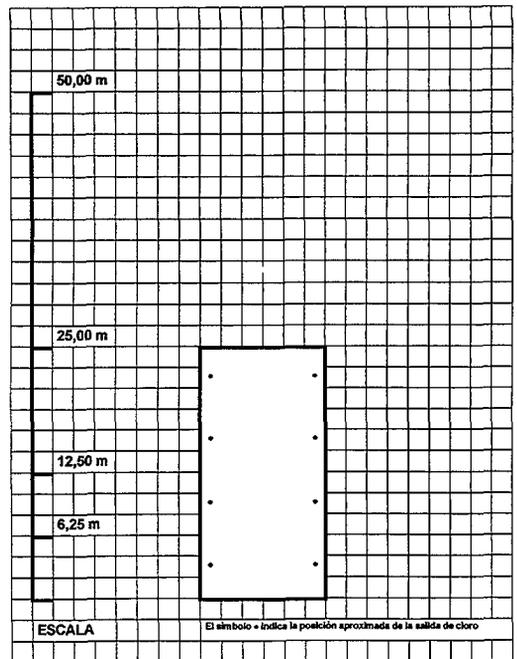


Figura 4. Piscina D.
Figura 4. Piscina D.

escollits aleatòriament; es van prendre cap a 80 mostres en cadascuna.

Metodologia analítica

Hi ha diversos mètodes analítics descrits per a la determinació de clor en aire, entre els quals destaquen els mètodes colorimètrics (o-toluidina, ataronjat de metil, iodur potàssic), que són ràpids, sensibles i simples, si bé presenten problemes per les interferències d'altres gasos oxidants o reductors i per la poca estabilitat de les mostres un cop preses, la qual cosa implica la seva anàlisi immediata. En aquest estudi s'ha fet servir el mètode del iodur potàssic, que es basa en la oxidació del iodur potàssic, pel clor present en una solució, a iode, que es mesura espectrofotomètricament en la mateixa solució.

Presa de mostres i anàlisi

Les mostres es van agafar a la vora de la piscina, al més a prop possible de l'aigua, a un cabal de 0,2-1 l/min., i es va fer passar l'aire a través de dos borbotadors disposats en sèrie amb 10 ml de solució absorbent de KI a l'1% a pH 3,5, durant el temps necessari per a mostrejar entre 15 i 30 litres d'aire. El iode format es va mesurar en un espectrofotòmetre UV-Vis a 352 nm, i es va comparar amb una corba de calibratge de iode preparada amb aquesta finalitat. Les mesures es van efectuar a la vora de l'aigua.

Es van prendre les dades ambientals i del vas de les piscines, que en tots els casos complien el Reglament sanitari de piscines per a ús col·lectiu (5.2).

Resultats

A la Figura 5 es presenten de manera resumida els valors mitjans obtinguts a les piscines A, B, C i D amb les desviacions estàndard corresponents.

Amb el conjunt dels resultats obtinguts s'ha dut a terme un estudi estadístic en el qual s'han correlacionat com a variables el nombre de nedadors, el tipus de moviment (recreatiu, manteniment i esportiu), la posició de sortida (generació) del clor, la seva concentració mitjana i la dimensió/volum de la piscina.

Les correlacions més rellevants obtingudes van ser la dimensió/volum de la piscina i la concentració de clor i entre aquesta i el nombre de nedadors. També, tot i que amb menys claredat, s'ha obtingut una correlació positiva entre la concentració de clor ambiental i l'activitat realitzada; els casos de natació esportiva i recreativa són els que s'associen a una concentració més gran.

Els resultats obtinguts a les piscines X, Y i Z es comenten a continuació.

reunían unas condiciones diferentes en cuanto tamaño, estructura, antigüedad y actividades y en las que nadaban los nadadores que hemos llamado de élite. En las Figuras de la 1 a la 4 se presentan esquemas de estas piscinas a escala. En ellas se levó a cabo el estudio de la exposición crónica a cloro. Por otro lado, se reunió la experiencia disponible de aquellos casos en que, habiéndose registrado episodios de exposición aguda a cloro, fueron comunicados y fue posible efectuar mediciones ambientales de cloro. Esto ocurrió en tres piscinas que llamaremos X, Y y Z.

En las siete piscinas investigadas se efectuaron determinaciones de cloro en aire a distintas horas en los cuatro lados de cada una de ellas, lo más cerca posible del agua. En las piscinas A, B, C y D se han valorado las concentraciones ambientales de cloro durante toda la jornada laboral y cinco días distintos elegidos aleatoriamente, habiéndose tomado alrededor de 80 muestras en cada una de ellas.

Metodología analítica

Existen diversos métodos analíticos descritos para la determinación de cloro en aire entre los que destacan los métodos colorimétricos (o-toluidina, anaranjado de metilo, yoduro potásico) que son rápidos, sensibles y simples, aunque presentan problemas por las interferencias de otros gases oxidantes o reductores y la poca estabilidad de las muestras una vez tomadas, lo que implica su análisis inmediato. En el presente estudio se ha empleado el método del yoduro potásico, que se basa en la oxidación, por parte del cloro del yoduro potásico presente en una solución, a yodo que se mide espectrofotométricamente en la misma solución.

Toma de muestras y análisis

Las muestras se captaron al borde de la piscina, lo más cercano posible al agua, a un caudal de 0,2-1 l/min., haciendo pasar el aire a través de 2 borbotadores 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 formado se midió en un espectrofotómetro UV-Vis a 352 nm y se comparó con una curva de calibrado de yodo preparada al efecto. Las mediciones se efectuaron en el borde del agua.

Se tomaron los datos ambientales y del vaso de las piscinas que en todos los casos cumplían el Reglamento Sanitario de piscinas para uso colectivo (5.2).

Resultados

En la Figura 5 se presentan de manera resumida los valores promedio obtenidos en las piscinas A, B, C y D con las correspondientes desviaciones estándar.

Piscina X

Les visites a aquesta piscina⁴ es van fer amb posterioritat a la detecció de casos de nàusees i vòmits atribuïts a la presència d'excés de clor al vas de la piscina, i es presenten a la Figura 6.

La primera visita es va fer dos dies després de l'aparició dels símptomes i es van prendre mostres de clor ambiental. Durant el temps transcorregut entre l'aparició dels símptomes i les primeres mesures s'havia renovat un mínim de quatre vegades l'aigua del vas de la piscina. Quan es va fer la visita, el sistema de cloració no funcionava i la piscina era tancada al públic.

La segona visita es va fer quan ja funcionava el sistema de cloració automàtic, aproximadament vint-i-quatre hores després de la seva posada en funcionament. La concentració mitjana de clor, tot i que era superior a la de la primera visita, va ser relativament baixa, probablement a causa del fet que la piscina no estava en condicions normals de funcionament (no hi havia nedadors).

La tercera visita es va fer unes hores després d'una nova aparició de simptomatologia respiratòria en waterpolistes que havien iniciat el seu entrenament a les vuit del matí. Aquesta presa de mostra es va fer en el que es podrien anomenar "condicions normals", amb el dosificador automàtic en funcionament i amb un entrenament intens de nedadors de waterpolo.

Tot i que les concentracions mesurades no eren excessivament altes, eren suficients per a provocar la simptomatologia descrita en haver-hi un esforç important. Cal tenir en compte també que, durant el temps transcorregut des de l'inici (unes dues hores) s'havien fet maniobres destinades a la renovació de l'aire ambiental. Es va suggerir augmentar el nombre de renovacions de l'aire de la piscina.

La quarta visita es va fer a fi de valorar els canvis realitzats en el sistema de ventilació de la piscina; es van prendre mostres de clor ambiental en el moment de màxima activitat. Amb les mesures es va observar un augment de la concentració de clor (fins a 1,30 mg/m³ en un punt concret de la piscina).

Es va recomenar fer un estudi per a esbrinar els motius de l'augment de la concentració ambiental de clor, especialment en el lloc referenciat.

Piscina Y

Les visites² es van fer perquè s'havien presentat casos de nàusees i vòmits i un cas d'accés asmàtic a causa, probablement, de la presència d'excés de clor a l'aire de la piscina. Els resultats obtinguts es presenten a la Figura 7.

Les visites es van fer quan ja havien passat alguns dies des de l'aparició de la simptomatologia aguda. En els casos hi havia el mateix nombre de nedadors, tot i que el seu entrenament no era del mateix tipus. Durant la primera visita s'estava fent

Con el conjunto de los resultados obtenidos se ha llevado a cabo un estudio estadístico en el que se han correlacionado como variables el número de nadadores, el tipo de movimiento (recreativo, mantenimiento y deportivo), la posición de salida (generación) del cloro, la concentración media de éste y el tamaño de la piscina/volumen de la misma.

Las correlaciones más relevantes obtenidas fueron entre el tamaño/volumen de la piscina y la concentración de cloro y entre ésta y el número de nadadores. También, aunque con menos claridad, se ha obtenido una correlación positiva entre la concentración de cloro ambiental y la actividad realizada, siendo los casos de natación deportiva y recreativa los que se asocian a una mayor concentración.

Los resultados obtenidos en las piscinas X, Y y Z se comentan a continuación.

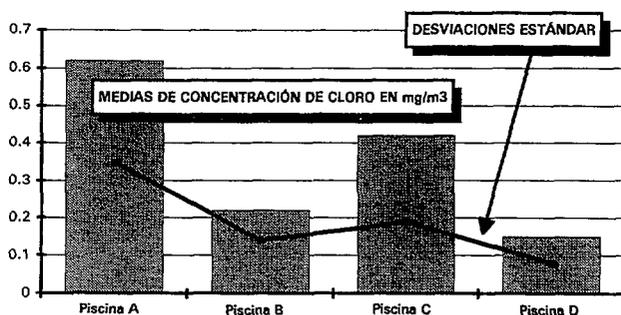


Figura 5.
Figura 5.

Piscina X

Las visitas a esta piscina⁴ se realizaron con posterioridad a la detección de casos de náuseas y vómitos atribuidos a la presencia de exceso de cloro en el vaso de piscina y se presentan en la Figura 6.

La primera visita se efectuó dos días después de la aparición de los síntomas y se tomaron muestras de cloro ambiental. Durante el tiempo transcurrido entre la aparición de los síntomas y las primeras mediciones se había renovado un mínimo de 4 veces el agua del vaso de la piscina. Cuando se efectuó la visita el sistema de cloración se hallaba fuera de uso, estando la piscina cerrada al público.

La segunda visita se realizó cuando ya funcionaba el sistema de cloración automático, aproximadamente 24 h después de su puesta en marcha. La concentración medida de cloro, aunque superior a la de la primera visita, fue relativamente baja debido, probablemente a que la piscina no estaba en con-

un entrenament tipus "manteniment" (amb escassa agitació de l'aigua). En canvi, durant la segona visita l'entrenament era molt intens i hi havia una agitació important de l'aigua.

Un altre aspecte a remarcar és que la segona visita es va fer a la tarda, i s'ha observat al llarg d'aquest treball que a les tardes hi ha més acumulació de clor a l'ambient que durant els matins. En aquest cas concret, hi havia, a més a més, la possibilitat d'un funcionament inadequat del sistema de cloració.

Es va recomenar un augment de la ventilació i un control sistemàtic del funcionament del sistema de cloració amb controls freqüents de clor de l'aigua del vas de la piscina.

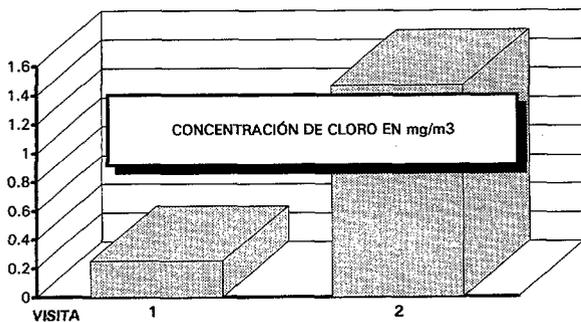


Figura 7. Piscina "Y".
Figura 7. Piscina "Y".

Piscina Z

Les visites² es van fer perquè, de la mateixa manera que en casos anteriors, hi havia hagut episodis de nàusees, i també picors a la pell deguts, probablement, a la presència d'excés de clor en el vas de la piscina. Els resultats obtinguts es presenten a la Figura 8.

En aquest cas, va ser durant la primera visita que s'estava fent un entrenament intens, mentre que durant la segona era de tipus manteniment, la qual cosa corroboraria el que s'ha comentat en el cas anterior i observat en l'estudi general sobre la influència del tipus de natació efectuada en la concentració ambiental de clor de la piscina. En aquest cas concret es va poder comprovar també que la circulació d'aire era escassa, que el contingut de clor a l'aigua, tot i que d'acord amb la normativa, era alt (fins a 1,84 mg/l) i que la temperatura ambiental i de l'aigua era de 28° C, sense complir l'exigència normativa de dos graus de diferència entre la temperatura ambiental i la del vas de la piscina. Per això es va recomenar una millora de la ventilació, una reducció de la presència de clor a

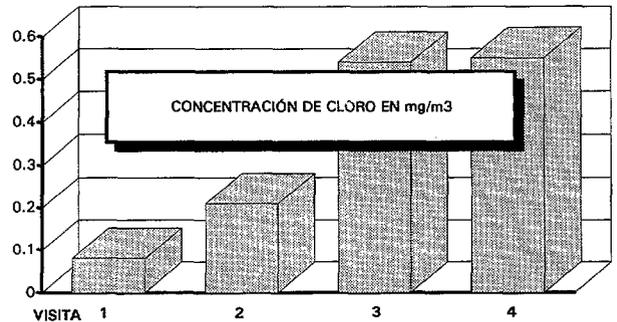


Figura 6. Piscina "X".
Figura 6. Piscina "X".

diciones normales de funcionamiento (no había nadadores).

La tercera visita se realizó unas horas después de una nueva aparición de sintomatología respiratoria en waterpolistas que habían iniciado su entrenamiento a las 8 de la mañana. Esta toma de muestra se realizó en lo que se podrían llamar "condiciones normales", con el dosificador automático en funcionamiento y con un entrenamiento fuerte de nadadores de waterpolo.

Aunque las concentraciones medidas no fueron excesivamente altas, sí serían suficientes para provocar la sintomatología descrita al existir un importante esfuerzo. Hay que tener en cuenta también que durante el tiempo transcurrido desde el incidente (unas 2 horas) se habían efectuado maniobras destinadas a una renovación del aire ambiental. Se sugirió aumentar el número de renovaciones del aire de la piscina.

La cuarta visita se efectuó con el fin de valorar los cambios realizados en el sistema de ventilación de la piscina, tomándose muestras de cloro ambiental en el momento de máxima actividad. En las mediciones se observó un aumento de la concentración de cloro (hasta 1,30 mg/m³) en un punto concreto de la piscina.

Se recomendó efectuar un estudio para averiguar los motivos del aumento de la concentración ambiental de cloro, especialmente en el lugar referenciado.

Piscina Y

Las visitas² fueron realizadas debido a que se habían presentado casos de náuseas y vómitos y un caso de acceso asmático debidos, probablemente, a la presencia de exceso de cloro en el aire de piscina. Los resultados obtenidos se presentan en la Figura 7.

l'aigua del vas i un ajust de les temperatures de l'aigua i l'aire de la piscina.

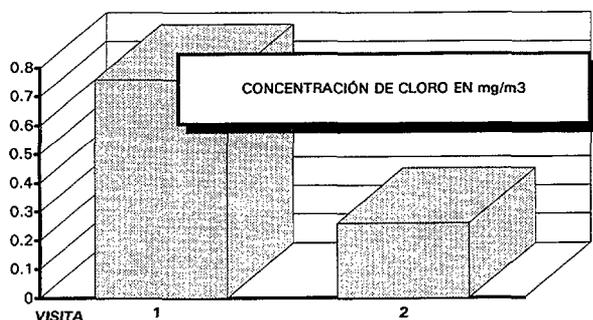


Figura 8. Piscina "Z".
Figura 8. Piscina "Z".

Conclusiones generales

A part d'alguns aspectes concrets comentats al llarg d'aquest treball es poden establir les conclusions generals següents:

1. Les causes de la presència de concentracions elevades de clor a l'aire de la piscina són dues: mal funcionament del sistema de cloració automàtic i ventilació inadequada.
2. Encara que, en general, les piscines acostumen a complir els límits de concentració de clor lliure en l'aigua del vas de la piscina, la majoria d'intoxicacions agudes són degudes al mal funcionament puntual de l'aparell de cloració automàtic per manca de control i manteniment, per la qual cosa els responsables tècnics de les piscines haurien de seguir al peu de la lletra la normativa existent sobre control del clor lliure i residual de les piscines.
3. La majoria de piscines tenen una ventilació amb renovació insuficient, que explica l'augment de la concentració ambiental al llarg del dia. Les causes s'han de buscar en l'elevat cost energètic de la climatització-ventilació i en el fet que els corrents d'aire existents han de ser tan minsos com sigui possible per raons de confort.
4. L'ocupació i l'activitat dels nedadors presents són molt variables, i estan directament relacionades amb la presència de clor ambiental. Seria convenient ajustar la renovació de l'aire a aquestes circumstàncies a fi de mantenir la concentració de clor ambiental com més baixa possible.
5. Els nivells de clor ambiental als quals són exposats els nedador són inferiors als valors TLV per a vuit hores/dia esmentats abans, entre el 10 i el 40%. Amb tot, el ritme respiratori que mantenen

Las visitas se efectuaron cuando ya habían transcurrido algunos días de la aparición de sintomatología aguda. En los casos habían el mismo número de nadadores, aunque su entrenamiento no era del mismo tipo. Durante la primera visita se estaba efectuando un entrenamiento tipo "mantenimiento" (con escasa agitación del agua), en cambio, durante la segunda visita el entrenamiento era muy fuerte con una importante agitación del agua.

Otro aspecto a destacar es que la segunda visita fue realizada por la tarde y se ha observado a lo largo del presente trabajo que por las tardes hay más acumulación de cloro en el ambiente que durante las mañanas. En este caso concreto, existía, además, la posibilidad de un funcionamiento inadecuado del sistema de cloración.

Se recomendó un aumento de la ventilación y un control sistemático del funcionamiento del sistema de cloración con controles frecuentes del cloro del agua del vaso de la piscina.

Piscina Z

Las visitas² fueron realizadas debido a que, al igual que en casos anteriores, se habían presentado episodios de náuseas, así como picores en la piel debidos, probablemente, a la presencia de exceso de cloro en el vaso de piscina. Los resultados obtenidos se presentan en la Figura 8.

En este caso, fue durante la primera visita cuando se estaba efectuando un entrenamiento fuerte, mientras que durante la segunda era de tipo mantenimiento, lo que corroboraría lo comentado en el caso anterior y observado en el estudio general sobre la influencia del tipo de natación efectuada en la concentración ambiental de cloro de la piscina. En este caso concreto se pudo comprobar también que la circulación de aire era escasa, el contenido de cloro en el agua, aún dentro de la normativa, era alto (hasta 1,84 mg/l) y que la temperatura ambiental y del agua era de 28° C, no cumpliendo la exigencia normativa de dos grados de diferencia entre la temperatura ambiental y la del vaso de piscina. Por ello se recomendó una mejora de la ventilación, una reducción de la presencia de cloro en el agua del vaso y un ajuste de las temperaturas del agua y el aire de la piscina.

Conclusiones generales

Aparte de algunos aspectos concretos comentados a lo largo del presente trabajo se pueden establecer las siguientes conclusiones generales.

1. Las 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 resi-

els nedadors, waterpolistes o nedadors que practiquen natació sincronitzada, és molt superior al d'un treballador fent un "treball moderat", que és, en principi, el supòsit per a l'establiment del TLV. Segons les dades disponibles, la ventilació respiratòria pot arribar, durant períodes llargs, fins a 120 l/min., mentre que per a un treball moderat es consideren de 20 a 30 i per a un treball intens fins a 50 l/min. Pel que fa la temps d'exposició, la majoria dels nedadors fan un mínim de dos entrenaments diaris de dues hores de durada cada un, la qual cosa significa quatre hores diàries a la piscina. Tenint en compte el que hem exposat i considerant a més a més que el nedador és troba immers en el mateix focus d'emissió de clor, és probable que hi hagi una exposició propera als valors TLV per a vuit hores i per a períodes d'exposició curts. Aquesta exposició dels nedadors d'elit pot ser perjudicial per a la salut, no solament d'una manera aguda, amb disminució del rendiment i símptomes respiratoris i oculo-naso-faringis, sinó d'una manera crònica, afectant la mucosa de l'arbre respiratori del practicant d'aquest esport.

6. A part dels nedadors, també els monitors, els tècnics de manteniment i altres empleats de les piscines són exposats a un ambient amb una concentració de clor relativament elevada, per la qual cosa també poden ser afectats de manera crònica pels efectes perjudicials del clor.

dual 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 un mínimo de dos entrenos 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 de élite puede ser perjudicial para la salud, no sólo de una forma aguda, con disminución del rendimiento y síntomas respiratorios y oculo-naso-faríngeos, 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. ADAMS, F.: *The extant works of Arateus the Cappadocian*. London, Sydenham Society, 1856, pág. 316.
2. AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL HYGIENISTS (A.C.G.I.H.). *TLVs. Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices for 1993-1994*. A.C.G.I.H., Cincinnati, Ohio, 1993.
3. 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, 1986.
4. 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.
5. 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.
6. INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO: *Norma HA-222. Cloro en aire por Espectrofotometría UV-V*. INSHT, Madrid, 1976.
7. McFADDEN, E.: *Pathogenesis of asthma*: J. Allergy Clin. Immunol. 1984, 73 (4) 413-424.
8. MONOD, H.; FLANDROIS, R.: *Manual de fisiología del deporte*. Masson Barcelona-México, 1986.
9. NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH: *Manual of Analytical Methods 3rd Ed.* N.I.O.S.H., Cincinnati, Ohio, 1984.
10. NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH: *Criteria for a Recommended Standard-Occupational Exposure to Chlorine*. N.I.O.S.H., Cincinnati, Ohio, May 1976.

