

Impacto sobre la salud de los compuestos utilizados en el tratamiento del agua en las piscinas. Estado de la cuestión

FRANCHEK DROBNIC^a, EN REPRESENTACIÓN DEL GRUP D'ESTUDI DE L'AIRE DE LES PISCINES D'ÚS PÚBLIC^b

^aDepartamento de Fisiología del Deporte del CAR. Servicios Médicos del FC Barcelona. Barcelona. España.

^bG. Carrillo, A. Corominas, F. Drobnic, A. Freixa, A. Gomá, O. Martín, M.C. Pastor, M. Pineda.

RESUMEN

La natación y las diversas actividades acuáticas realizadas en piscinas cubiertas, además de ser actividades deportivas practicadas por miles de individuos diariamente, son una herramienta de rehabilitación muy recomendada en pacientes con procesos limitantes del sistema musculoesquelético con el objeto de facilitar su movilización y su activación, y en pacientes con asma de esfuerzo y ciertas enfermedades respiratorias por su poca asmo-genicidad al ser un ambiente cálido y húmedo. Sin embargo, en esta última década ha surgido la inquietud de si el contacto directo de los compuestos utilizados en la desinfección del agua pudiera no sólo ser un elemento importante en la alteración de la reactividad bronquial del usuario de la piscina, sino también ser un desencadenante de la aparición de asma en sujetos predispuestos en edad pediátrica. En la presente revisión se valoran los artículos de investigación y, sobre todo, las discusiones sobre ellos, con el objeto de crear una visión objetiva de dónde estamos hoy con respecto a este asunto. Pero sobre todo, el objetivo final es ofrecer recomendaciones basadas en la experiencia de esos estudios que estimulen al usuario de las piscinas a no contaminar y a preservar su salud y la de sus congéneres, a formar a los monitores y educadores de los practicantes en ese mismo sentido y, por último y no menos importante, a los responsables de la gestión de las instalaciones para concienciarlos de la importancia de su trabajo en el bien de los demás.

PALABRAS CLAVE: Tratamiento del agua. Piscina cubierta. Componentes de desinfección.

ABSTRACT

Swimming and the various aquatic activities performed in indoor swimming pools are not only practised by thousands of individuals daily but are also highly recommended for rehabilitation in patients with musculoskeletal processes to aid mobility and muscle activation; furthermore, these activities are also useful in patients with exercise-induced asthma and some other respiratory diseases, since the warm, moist air is less likely to provoke an attack. However, in the last decade, concern has arisen on whether direct contact with the compounds used in water disinfection could alter bronchial reactivity in swimming-pool users and could also be a triggering factor for asthma in predisposed children. The present review evaluates research articles on this subject and, especially, discussions on these articles, to create an objective view of the state of the question. In particular, the final aim is to provide recommendations based on the experience of these studies to stimulate swimming pool users to avoid contamination and preserve their health and that of their children, to train monitors and trainers in these matters and, lastly, to increase awareness among the managers of installations of the impact of disinfecting compounds on health.

KEY WORDS: Water treatment. Closed swimming pool. Disinfecting compounds.

Historia del artículo: Recibido el 10 de enero de 2009 / Aceptado el 19 de enero de 2009.

Cómo citar este artículo: Drobnic F. Impacto sobre la salud de los compuestos utilizados en el tratamiento del agua en las piscinas. Estado de la cuestión. *Apunts Med Esport.* 2009;161:42-7.

Correspondencia: Franchek Drobnic (drobnic@car.edu).

INTRODUCCIÓN

El beneficio del equilibrio hidrostático que ofrece el agua facilita el movimiento de las extremidades y disminuye el efecto de compresión sobre la columna vertebral, lo que permite variadas posturas y acciones de diversos grupos musculares. Ésta es una de las razones por las que se considera la natación y las actividades acuáticas tan adecuadas para los individuos que tienen dificultad para moverse, bien por un proceso inflamatorio de carácter reumático, un problema de origen neurológico, una lesión, o simplemente por un exceso de peso. La práctica de la natación también se considera muy interesante en otro tipo de pacientes: los que padecen asma y ciertas enfermedades respiratorias. Además de beneficiarse de una actividad más cómoda en sujetos inicialmente con menor condición física que sus compañeros, la presencia de una atmósfera cálida y húmeda que impide la pérdida de calor y humedad por las vías aéreas —estímulo fundamental para desencadenar la crisis de asma de esfuerzo— hace que ésta sea una actividad inicialmente segura. En este sentido sabemos que hay muchos deportistas de gran nivel internacional que son asmáticos y que su deporte es o ha estado relacionado con el agua^{1,2}. Sin embargo, la práctica de los deportes acuáticos en una piscina cubierta solicita que el individuo, si bien respira una atmósfera cálida y húmeda, también respire los componentes que se volatilizan provenientes del agua. Y éste es un elemento que precisa tratamiento, basado fundamentalmente en el cloro y sus derivados, para evitar la contaminación y las consiguientes infecciones.

El cloro, un gas de color amarillo-verdoso con un olor característico, se usa en la esterilización de los abastecimientos de agua y en las piscinas. Es un potente irritante de las membranas mucosas, de los ojos y de la piel, y su exposición causa irritación pulmonar. Su efecto tóxico se conoce desde hace más de cien años, pero desafortunadamente se dio a conocer más ampliamente durante la Primera Guerra Mundial en Ypres en 1915.

La exposición ambiental del humano a grandes cantidades de cloro elemento de forma ocasional se ha descrito en la literatura médica^{3,4}. Estas situaciones se producen en zonas donde se trabaja directa o indirectamente con estos compuestos, y su inhalación se debe en general a desafortunados accidentes. Fuera de esos lugares de trabajo, el lugar más común de exposición al cloro es en las piscinas destinadas a la práctica de la natación y recreativas. La aparición repentina de obstrucción de las vías aéreas en nadadores⁵, junto con el aumento de la sensibilización a aeroalergenos⁶ y una elevada prevalencia de hiperreactividad bronquial frente a la metacolina en nadadores⁷, han sido

Tabla I Beneficios de la práctica de la natación

Beneficios en el desarrollo orgánico Participación de grandes grupos musculares Tonificación muscular Mejora de la condición física en general, resistencia, fuerza, flexibilidad... Mejora en la movilidad articular Mejora de la composición corporal
Beneficios en el desarrollo de la coordinación motriz Coordinación de movimientos Relajación Adquisición de nuevas experiencias de movimientos Mejora y desarrollo de la capacidades coordinativas como son el ritmo, la lateralidad, etc.
Beneficios en la mejora de postura Fortalecimiento muscular del área de la columna vertebral Descarga de la columna vertebral
Beneficios en la esfera social
Beneficios en ciertas enfermedades crónicas Respiratorias Obesidad Musculoesqueléticas Agudas: lesiones, agudizaciones de enfermedades reumáticas y neurológicas Crónicas: enfermedad reumática, neurológica, degenerativa

Éstos son algunos de los beneficios que se adquieren por la práctica de las actividades acuáticas programadas y orientadas. Además de la mejora de la condición física en general, existen aspectos muy interesantes relacionados con el aprovechamiento del equilibrio hidrostático dentro del agua, sobre todo en los individuos con dificultad para desplazarse o para mover sus extremidades debido a diversas causas.

hasta hace unos años los efectos más importantes de la exposición al cloro descritos.

Sin embargo, dos aspectos reclaman la atención de los usuarios de las piscinas. Por un lado, que hayan aparecido algunos estudios que alertan de la importancia del contacto del aparato respiratorio con estos compuestos oxidantes y que manifiestan preocupación al observar alteraciones del epitelio respiratorio en usuarios de corta edad en estas piscinas de uso público, asociándolos a la aparición de asma y de alergias en el futuro⁸⁻¹¹. Por otro, la posible implicación del contacto de estos compuestos con su posible efecto carcinogénico en el futuro del individuo¹².

EFFECTOS EN LA INFANCIA

La inhalación de compuestos irritantes en épocas tempranas del desarrollo ha sido considerada por algunos investigadores poseedora de un efecto inductor de la aparición de asma y de enfermedades de origen alérgico en los individuos con una cier-

ta predisposición^{13,14}. El sistema respiratorio es un órgano en desarrollo durante los primeros años de vida y de continua adaptación al medio externo a partir de entonces. Su función básica es cumplir con el intercambio de gases para facilitar la respiración. El contacto directo con el exterior para este fin requiere de una condición de defensa y de adaptación ante las sustancias y los gérmenes que provienen del exterior. Las infecciones respiratorias por microbios intra o extracelulares y el contacto con contaminantes ambientales, con mayor o menor estímulo proveniente del estrés oxidativo de la mucosa en los primeros años de vida, tienen un efecto modulador de la inflamación y de su respuesta en los niños predispuestos a padecer asma o patología de origen alérgico, condicionando la aparición de estas enfermedades en el futuro. Por otra parte, en los sujetos –los nadadores– que están en contacto con el medio durante varias horas al día y durante varios días a la semana, se da una modificación adaptativa ante el continuo contacto con los derivados clorados a nivel de las células de defensa del sistema respiratorio¹⁵, muy diferentes en los individuos que practican natación con respecto a otros deportistas, sean o no asmáticos, aunque en estos últimos estos valores son también superiores a los primeros. Esta alteración, denominada humoral, se acompaña de un aumento de la respuesta bronquial cuando se valora esta respuesta con métodos inespecíficos, como es la respuesta ante la metacolina, lo que indica el carácter irritativo del contacto con el medio y su efecto en el tiempo.

Sin embargo, un estudio epidemiológico muy completo realizado recientemente¹⁶ refuta lo comentado y aclara ciertas dudas referentes a la creencia por algún autor de que el cloro de las piscinas provoca asma. Según este metaanálisis, se evidencia que la práctica de la natación en la infancia NO es un factor predisponente para padecer asma. Sólo en los deportistas –nadadores– que entrenan muchas horas en la piscina desde la infancia, durante la adolescencia y en su edad competitiva, se aprecia una mayor predisposición a ofrecer una hiperreactividad bronquial, a la que inicialmente no se puede llamar asma.

EFFECTOS DEL CLORO SOBRE LAS VÍAS RESPIRATORIAS

La explicación a este hecho puede hallarse en la exposición al cloro durante grandes cantidades de tiempo, de forma continuada, desde edades tempranas y realizando grandes volúmenes ventilatorios con volúmenes corrientes elevados. Si bien parece estar demostrado que, en general, los niveles de cloro en el lugar donde respira el nadador son bajos y se hallan dentro de los límites establecidos como máximos para lugares de trabajo¹⁷, cuando consideramos los volúmenes respirados durante

un entrenamiento de un deportista de cierto nivel observamos que la cantidad de cloro inspirada es igual o superior a la máxima permitida (y eso ocurre todos los días de la semana y la mayor parte de los días del año)¹⁸.

Las sustancias liberadoras de cloro, hipoclorito sódico o cálcico y los ácidos isocianúricos clorados se usan con frecuencia en la desinfección del agua de las piscinas. El cloro libre reacciona con los polucionantes introducidos por el bañista (sudor, orina y suciedad diversa) para formar aldehídos, hidrocarburos halogenados y cloraminas. Algunos de estos compuestos pueden transferirse al ambiente de la piscina en forma de gas o finas gotas de agua. De éstos, los efectos irritantes se atribuyen a la presencia de tales compuestos que actúan como oxidantes¹⁹ sobre las mucosas (ojos, nariz, faringe o vías respiratorias)²⁰. De todos ellos, el producto más volátil y que se encuentra en mayor concentración en el área de respiración del nadador son las cloraminas²¹, un gas muy irritante y sin duda alguna el responsable de las sensaciones de molestia de los monitores y usuarios de las piscinas^{22,23}, que se ha considerado el causante de alteraciones de la permeabilidad del pulmón en elevadas dosis²⁴⁻²⁶.

Hasta el momento se han evaluado los efectos de una forma aislada, es decir, ante una intoxicación o en un seguimiento de los sujetos de estudio. Pero en ningún momento se ha determinado el modelo de exposición y se ha asociado esta exposición de las vías respiratorias al modelo de respuesta del organismo, entendiendo como exposición al contacto de las vías respiratorias a compuestos que se hallan dentro del rango permitido por la legislación actual. En cualquier caso el efecto, no debe crear alarma, pues si se mantienen las condiciones de higiene deportiva y las pautas de actuación, el posible efecto pernicioso de la inhalación de los compuestos que se hallan en el ambiente no tendrá un efecto negativo, y si todos los efectos beneficiosos de la práctica de una actividad física en el medio acuático. Por todo lo mencionado, a la vista de las investigaciones recientes y mientras no se demuestre lo contrario, ya no se puede decir que la natación en piscinas cubiertas sea la actividad más adecuada para el sujeto que es asmático. Si bien es ideal para no provocarle asma de esfuerzo, el efecto proinflamatorio puede tener una repercusión en el futuro cuyo alcance desconocemos. En el caso del nadador de competición será preciso hacer un seguimiento.

EFFECTOS DE ESTOS COMPUESTOS SOBRE OTROS ÓRGANOS Y SISTEMAS

El efecto de los oxidantes utilizados para la asepsia del agua de las piscinas puede tener un efecto indeseable directo debido a su acción principalmente oxidante sobre diversos epitelios del

Tabla II

Posibles efectos perjudiciales de la práctica de la natación en piscinas cubiertas por el contacto con sustancias de uso común en la desinfección del agua

Alteración de piel y de las faneras^a

Eccema, piel frágil, seca o pruriginosa
Infecciones: furunculosis, conjuntivitis, otitis, sinusitis, dermatofitos
Alteraciones de las características del cabello, modificación de ciertos tintes de pelo, etc.

Afectación del sistema respiratorio

Dificultad respiratoria
Facilitación del desarrollo de asma y de alergia en el individuo predispuesto
Infección respiratoria de las vías respiratorias altas
Rinitis y obstrucción nasal

Éstos son algunos de los efectos perjudiciales de la práctica de las actividades acuáticas en individuos predispuestos, o en instalaciones con condiciones ambientales poco o mal controladas.

^aLas faneras son las estructuras permanentes de la piel, como las uñas, el pelo, etc.

sujeto que disfruta del medio acuático. Este aspecto, ya señalado desde hace años, también se contrasta con las afectaciones, sobre todo de carácter infeccioso, por una mala desinfección del agua²⁷. Se ha descrito desde la alteración de la piel o de las mucosas (conjuntiva, oral, genital), la del conducto auditivo^{28,29}, hasta la del esmalte de las piezas dentarias^{30,31} o de tejidos más nobles, como puede ser la córnea ocular^{32,33}. Aunque en el caso de la sensibilidad de la piel hay que tener en cuenta que cerca del 50% de los humanos tenemos una cierta hipersensibilidad a ciertas sustancias³⁴, por lo que somos, en general, sensibles a diversos biocidas no específicos. En el caso de la afectación de las mucosas, además del proceso químico directo sobre el tejido celular, el exceso de limpieza de la zona elimina el conjunto de bacterias que ocupan una zona propia del ser humano, lo que facilita la colonización por otras. En el caso del conducto auditivo, además del exceso de limpieza, la eliminación del cerumen protector y el efecto del compuesto oxidante, el barrido con torundas de algodón erosionando la piel del conducto, con la consiguiente facilitación de la entrada de gérmenes nocivos, y el uso de tapones que permiten una maceración de la zona por el exceso de humedad, son factores que facilitan la inflamación y la infección.

En este texto básicamente nos referimos al impacto del cloro sobre la salud del individuo, pero lo cierto es que otros elementos utilizados en la asepsia del agua actúan de forma similar en mayor o menor magnitud. El bromo también afecta a la piel y a las faneras en sujetos sensibles³⁵, así como al aparato respiratorio³⁶, y se sabe del efecto directo el ozono sobre el epitelio respiratorio en el individuo en reposo y durante el ejerci-

Tabla III

Sugerencias de carácter empírico

A fin de reducir la presencia de compuestos derivados de la desinfección, lo mejor es procurar introducir el mínimo de ellos. Para ello sería conveniente:

- Ducharse bien antes de entrar en la piscina
- Mejor si la ducha es con jabón
- Usar cada día un bañador limpio
- Procurar orinar antes de ducharse y siempre antes de entrar en la piscina
- Evitar acudir a la piscina si han padecido un proceso infeccioso, sobre todo de carácter digestivo, hasta que esté totalmente solucionado

Como indicaciones para el bañista usual se recomienda:

- Ducharse siempre al salir de la piscina usando un jabón dérmico adecuado
- Acostumbrarse a aplicarse crema o loción hidratante para la piel, el pelo y las uñas después de la ducha
- No se debe guardar la ropa del baño en la bolsa de deporte para el/los día/s siguiente/s
- Para deambular por la piscina usar calzado propio; hay que guardarlo seco y limpiarlo bien al menos una vez por semana
- Usar cada día una toalla limpia para secarse

Como indicaciones para el bañista con una enfermedad respiratoria (además de las anteriores):

- No acudir a la piscina con una exacerbación del proceso respiratorio
- No acudir a la piscina si existe una infección respiratoria activa
- No acudir a la piscina si hay sintomatología rinosinusal activa
- Tomar la medicación previa al ejercicio SIEMPRE, orientada por el especialista, aunque no se manifiesten síntomas.

cio³⁷, que sin duda es más intenso cuando su actividad es sinérgica a la del cloro³⁸.

EFFECTO A LARGO PLAZO

La alteración del epitelio ocasiona molestias al individuo que le obligan a dejar por un tiempo la práctica de la natación. El uso de cremas protectoras adecuadas, la ingesta e incluso la aplicación de probióticos³⁹ y la protección y el cuidado de la higiene ocular y óptica facilitan la recuperación y evitan recaídas. Sin embargo, el mejor preventivo es no permanecer en contacto con ese medio nocivo, cambiando de piscina si no es posible que se modifiquen las propiedades del agua en la que el sujeto se baña.

Un efecto a largo plazo que se está valorando recientemente y no exento de una carga epidemiológica importante es la génesis de patologías tumorales por los derivados de los productos para la desinfección del agua, cuando son ingeridos a través del agua potable^{40,41}. En el momento actual es todavía aventurado asegurar que este riesgo si existe, sea importante

para el usuario lúdico y ocasional de la piscina, de una forma superior al que se pueda producir por un consumo de agua con la presencia de estos derivados. La investigación en este aspecto está en marcha y su verdadero impacto lo conoceremos en un tiempo prudencial^{42,43}.

CONCLUSIONES

- La práctica de la natación es saludable en muchos aspectos cuando se desarrolla en un lugar seguro y con la orientación adecuada.
- Los compuestos utilizados en la desinfección del agua no producen trastornos en el ser humano si se hallan en las concentraciones correctas y el sujeto permanece allí un tiempo moderado. Sólo los individuos sensibles son susceptibles de presentar algunos síntomas en esas condiciones.
- Los sujetos sensibles, o aquellos con enfermedades respiratorias, alérgicas o dermatológicas, anuncian antes que los demás el exceso de estos compuestos.
- La práctica de la natación en la infancia no produce asma, y está por determinar si es verdad que los individuos con predisposición a padecerla la manifiestan antes. De todas maneras, en el momento actual no puede considerarse que la natación sea el deporte ideal para el asmático, sobre todo en la infancia.
- Sólo el nadador competitivo, que entrena en el ámbito de la piscina durante mucho tiempo y a lo largo de muchos años, padece con más frecuencia una hipersensibilidad del aparato respiratorio que tiene unos síntomas como el asma y se trata igual.
- El contacto con el agua de la piscina no produce cáncer ni lo facilita.

Bibliografía

1. Drobnic F, Banquells M, Miralda R, Casan P, Sanchis J. Prevalence of bronchial hyperreactivity in elite swimmers in front of other sports. Proceedings of the Second IOC World Congress on Sport Sciences. Barcelona: October 1991. p. 347-8.
2. Drobnic F, Casan P. Prevalencia del asma en los deportistas españoles participantes en los Juegos Olímpicos de Barcelona. Arch Bronconeumol 1994;8:419-20.
3. Kaufman J, Burkons D. Clinical, roentgenologic and physiologic effects of acute chlorine exposure. Arch Environmen Health. 1971;23:29.
4. Jones FL. Chlorine poisoning from mixing household cleaners. JAMA. 1972;222:1312.
5. Mutschin PC, Pickering CAC. "Coughing water": bronchial reactivity induced by swimming in chlorinated pool. Thorax. 1979;34:682-3.
6. Zwick H, Popp W, Budick G, Wanke T, Rauscher H. Increased sensitization to aeroallergens in competitive swimmers. Lung. 1990;168:111-5.
7. Drobnic F, Banquells M, Casan P, et al. Prevalence of bronchial hyperresponsiveness in elite sportsmen. Eur Respir J. 1993;5 Suppl:456S.
8. Carbonnelle S, Francaux M, Doyle I, Dumont X, de Burbure C, Morel G, et al. Changes in serum pneumoproteins caused by short-term exposures to nitrogen trichloride in indoor chlorinated swimming pools. Biomarkers. 2002;7:464-78.
9. Bernard A, Carbonnelle S, Nickmilder M, de Burbure C. Non-invasive biomarkers of pulmonary damage and inflammation: Application to children exposed to ozone and trichloramine. Toxicol Appl Pharmacol. 2005;206:185-90.
10. Bernard A, Nickmilder M. Respiratory health and baby swimming. Arch Dis Child. 2006;91:620-1.
11. Nickmilder M, Carbonnelle S, Bernard A. House cleaning with chlorine bleach and the risks of allergic and respiratory diseases in children. Pediatr Allergy Immunol. 2007;18:27-35.
12. Walse SS, Mitch WA. Nitrosamine carcinogens also swim in chlorinated pools. Environ Sci Technol. 2008;42:1032-7.
13. Bernard A, Carbonnelle S, de Burbure C, Michel O, Nickmilder M. Chlorinated pool attendance, atopy, and the risk of asthma during childhood. Environ Health Perspect. 2006;114:1567-73.
14. Bernard A, Carbonnelle S, Dumont X, Nickmilder M. Infant swimming practice, pulmonary epithelium integrity, and the risk of allergic and respiratory diseases later in childhood. Pediatrics. 2007;119:1095-103.
15. Belda J, Ricart S, Casan P, Giner J, Bellido-Casado J, Torrejon M, et al. Airway inflammation in the elite athlete and type of sport. Br J Sports Med. 2008;42:244-8.

16. Goodman M, Hays S. Asthma and swimming: a meta-analysis. *J Asthma*. 2008;45:639-47.
17. Drobnic F, Freixa A, Casan P, Sanchis J, Guardino X. Assessment of chlorine exposure in swimmers during training. *Med Sci Sports Exerc*. 1996;28:271-4.
18. Freixa A, Guardino X, Drobnic F. El nedador d'elit, exposició al clor en piscines cobertes. *Apunts. Medicina de l'Esport*. 1995;32:105-17.
19. Lahl U, Cetinkaya M, von Düselen J, Stachel B, Thiemann W, Gabel B, et al. Health risks from volatile halogenated hydrocarbons? *Sci Total Environ*. 1981;20:171-89.
20. Thickett KM, McCoach JS, Gerber JM, Sadhra S, Burge PS. Occupational asthma caused by chloramines in indoor swimming-pool air. *Eur Respir J*. 2002;19:827-32.
21. Bonetto G, Corradi M, Carraro S, Zanconato S, Alinovi R, Folesani G, et al. Longitudinal monitoring of lung injury in children after acute chlorine exposure in a swimming pool. *Am J Respir Crit Care Med*. 2006;174:545-9.
22. Massin N, Bohadana AB, Wild P, Héry M, Toamain JP, Hubert G. Respiratory symptoms and bronchial responsiveness in life-guards exposed to nitrogen trichloride in indoor swimming pools. *Occup Environ Med*. 1998;55:258-63.
23. Moore BB, Sherman M. Chronic reactive airway disease following acute chlorine gas exposure in an asymptomatic atopic patient. *Chest*. 1991;100:855-6.
24. Barbee SJ, Thackara JW, Rinehart WE. Acute inhalation toxicology of nitrogen trichloride. *Am Ind Hyg Assoc J*. 1983;44:145-6.
25. Karnak I, Tanyel FC, Büyükpamukçu N, Hiçsönmez A. Pulmonary effects of household bleach ingestion in children. *Clin Pediatr (Phila)*. 1996;35:471-2.
26. Tanen DA, Graeme KA, Raschke R. Severe lung injury after exposure to chloramine gas from household cleaners. *N Engl J Med*. 1999;341:848-9.
27. Hicks JH. Swimming and the skin. *Cutis*. 1977;19:448-50.
28. Beers SL, Abramo TJ. Otitis externa review. *Pediatr Emerg Care*. 2004;20:250-6.
29. Nussinovitch M, Rimon A, Volovitz B, Raveh E, Prais D, Amir J. Cotton-tip applicators as a leading cause of otitis externa. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2004;68:433-5.
30. Geurtsen W. Rapid general dental erosion by gas-chlorinated swimming pool water. Review of the literature and case report. *Am J Dent*. 2000;13:291-3.
31. Escartin JL, Arnedo A, Pinto V, Vela MJ. A study of dental staining among competitive swimmers. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2000;28:10-7.
32. Ishioka M, Kato N, Kobayashi A, Dogru M, Tsubota K. Deleterious effects of swimming pool chlorine on the corneal epithelium. *Cornea*. 2008;27:40-3.
33. Peng KL, Chen KH, Hsu WM, Ho HC, Chiang CC, Lee YC, et al. Corneal injury by anti-misting agent in swim goggles: a case report. *Cornea*. 2006;25:228-31.
34. Saint-Martory C, Roguedas-Contios AM, Sibaud V, Degouy A, Schmitt AM, Misery L. Sensitive skin is not limited to the face. *Br J Dermatol*. 2008;158:130-3.
35. Rycroft RJ, Penny PT. Dermatoses associated with brominated swimming pools. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1983;287(6390):462.
36. Woolf A, Shannon M. Reactive airways dysfunction and systemic complaints after mass exposure to bromine. *Environ Health Perspect*. 1999;107:507-9.
37. Drobnic F, Haahtela T. The role of the environment and climate in relation to outdoor and indoor sports. En: Carlsen KH, Delgado L, Del Giacco S, editors. *Diagnosis, prevention and treatment of exercise related asthma, respiratory and allergic disorders in sports*. *Eur Respir Mon*. 2005;33:35-47.
38. Lagerkvist BJ, Bernard A, Blomberg A, Bergstrom E, Forsberg B, Holmstrom K, et al. Pulmonary epithelial integrity in children: relationship to ambient ozone exposure and swimming pool attendance. *Environ Health Perspect*. 2004;112:1768-71.
39. Rönqvist PD, Forsgren-Brusk UB, Grahn-Håkansson EE. Lactobacilli in the female genital tract in relation to other genital microbes and vaginal pH. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2006;85:726-35.
40. Richardson SD, Plewa MJ, Wagner ED, Schoeny R, Demarini DM. Occurrence, genotoxicity, and carcinogenicity of regulated and emerging disinfection by-products in drinking water: a review and roadmap for research. *Mutat Res*. 2007;636:178-242.
41. Villanueva CM, Cantor KP, Grimalt JO, Malats N, Silverman D, Tardon A, et al. Bladder cancer and exposure to water disinfection by-products through ingestion, bathing, showering, and swimming in pools. *Am J Epidemiol*. 2007;165:148-56.
42. Villanueva CM, Cantor KP, Grimalt JO, Castaño-Vinyals G, Malats N, Silverman D, et al. Assessment of lifetime exposure to trihalomethanes through different routes. *Occup Environ Med*. 2006;63:273-7.
43. Karagas MR, Villanueva CM, Nieuwenhuijsen M, Weisel CP, Cantor KP, Kogevinas M. Disinfection byproducts in drinking water and skin cancer? A hypothesis. *Cancer Causes Control*. 2008;19:547.