

# Infecciones relacionadas con las aguas de recreo

Antonio Doménech-Sánchez<sup>a,b</sup>, Francisco Olea<sup>a</sup> y Clara I. Berrocal<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Saniconsult Ibérica S.L. Palma de Mallorca. España.

<sup>b</sup>Área de Microbiología e Instituto Universitario de Investigación en Ciencias de la Salud (IUNICS). Universidad de las Islas Baleares. Palma de Mallorca. España.

El uso recreativo del agua implica un riesgo de contagio por parte de microorganismos responsables de gastroenteritis, dermatitis y patología respiratoria. *Cryptosporidium*, norovirus y cepas de *Escherichia coli* enteropatógenas son las causas más importantes de brotes de diarrea, mientras que *Pseudomonas* y *Staphylococcus aureus* son los principales agentes de infecciones cutáneas, y *Legionella* de infección respiratoria. Aproximadamente, el 90% de los brotes que se producen son en aguas de recreo tratadas (piscinas, balnearios, parques recreativos), frente a un 10% en aguas naturales (ríos, playas, etc.). En los balnearios, las infecciones más frecuentes son debidas a bacterias termófilas (*Pseudomonas* y *Legionella*), puesto que la temperatura y la consiguiente evaporación del desinfectante contribuyen a facilitar su multiplicación. Los brotes siempre se deben a deficiencias en el control del sistema: bajo nivel de desinfectante o utilización de uno inadecuado, mantenimiento y limpieza insuficientes, alto nivel de ocupación y averías en los equipos de dosificación. El diseño, mantenimiento y uso adecuado de estas instalaciones disminuyen este riesgo, y es fundamental la existencia de una normativa reguladora, así como campañas de concienciación a los usuarios para que se cumplan las normas de higiene básicas. El diagnóstico etiológico del cuadro clínico, complementado con la encuesta epidemiológica y la detección sanitaria en las aguas, todos ellos realizados con rapidez, constituye la clave para el control de estos brotes.

**Palabras clave:** Aguas recreativas. Riesgo infeccioso. Control sanitario.

Infections related to recreational waters

**Recreational waters are a source of infection by several microorganisms causing acute gastrointestinal, cutaneous and respiratory illnesses. *Cryptosporidium*, noroviruses**

and enteropathogenic *Escherichia coli* strains are the most important causes of diarrhea, while *Pseudomonas* and *Staphylococcus aureus* are the main causes of cutaneous infections, and *Legionella* is the major cause of acute lower respiratory disease. Approximately 90% of outbreaks occur in treated recreational waters (swimming pools, spas and recreational parks), while the remaining 10% arise from natural waters used for leisure (bathing in rivers, beaches, etc). In spas, most infections are caused by thermophilic bacteria, such as *Pseudomonas* and *Legionella*, since overgrowth of these bacteria is facilitated by the direct effect of temperature and, indirectly, by the evaporation of the disinfectant.

Outbreaks related to recreational waters usually reflect deficient control of the system: a low level of disinfectant, or the use of an inappropriate disinfectant, insufficient maintenance and cleaning of the installation, higher than recommended usage, and failure of the disinfectant dosage system. The correct design, maintenance and use of these facilities drastically lower the risk of infections from recreational waters. Thus, other key actions to minimize this risk are the existence of, and compliance with, regulatory rules, as well as educational campaigns on good hygiene practices directed at users. Rapid etiologic diagnosis of affected patients, together with an epidemiological survey and detection of the pathogen implicated in water samples are the keys to outbreak control.

**Key words:** Recreational waters. Risk of infection. Sanitary control.

## Introducción

Podemos decir que, desde tiempos remotos, el hombre ha usado el agua no sólo como parte de su alimentación, higiene y otros usos cotidianos, sino también con fines de divertimento y mejora de su salud física y psíquica<sup>1</sup>. Sin embargo, este uso lúdico se ve contrarrestado con riesgos sanitarios bien conocidos, pero que pueden ser fácilmente prevenibles, o al menos minimizados, con la aplicación de los conocimientos y tecnología actuales.

El término aguas para uso recreativo incluye muchas variantes en cuanto a su origen, uso, tratamientos y regulación. De hecho, en un sentido amplio, en aguas recreativas se incluyen las aguas naturales no tratadas y no destinadas directamente al consumo como, por ejemplo,

Correspondencia: Dra. C.I. Berrocal.  
Saniconsult Ibérica S.L.  
Foradí, 37, bajos. Son Cladera Nou.  
07009 Palma de Mallorca. España.  
Correo electrónico: berrocalc@saniconsult.es

lagos, playas de agua salada o dulce, arroyos y ríos. Pero, intuitivamente, tendemos a considerar aguas recreativas a las instalaciones diseñadas por el hombre, como las piscinas y los balnearios. Estas últimas serán, principalmente, el foco de atención de esta revisión.

## Definiciones

Técnicamente, una piscina es una estructura de uso particular o colectivo que contiene agua para el baño, y que se autodepura porque posee un sistema de filtración y desinfección. De forma más amplia, se pueden diferenciar distintos tipos de piscinas: las de uso recreativo, las destinadas a los más pequeños, denominadas de chapoteo, o las destinadas a competiciones deportivas, como natación o saltos. Otros grupos de instalaciones incluidas dentro del término "aguas recreativas" están constituidos por parques acuáticos, balnearios, centros de SPA (*salus per aqua*), baños termales y centros de tratamiento de hidroterapia, los cuales, en función de sus características y utilización, presentarán un mayor o menor riesgo sanitario<sup>1</sup>.

## Origen y tipo de contaminantes

En el caso de las aguas naturales, la contaminación puede estar originada por los propios organismos ambientales acuáticos, pero también pueden provenir de fuentes exógenas, como los efluentes de aguas residuales o industriales, de las actividades agrícolas y ganaderas, o de los animales que viven en el entorno acuático. Por el contrario, en el caso de las aguas de recreo tratadas, el principal origen de contaminación es el propio usuario, sin desestimar las condiciones específicas de algunas instalaciones, que favorecen el crecimiento de bacterias como *Pseudomonas* y *Legionella*.

Hay diferentes grupos de microorganismos que pueden llegar a contaminar las aguas recreativas y que pueden ser origen de enfermedades relacionadas con su uso. En las normativas de control para este tipo de instalaciones, las administraciones sanitarias de las diferentes comunidades autónomas incluyen la obligatoriedad del control analítico de algunos de estos grupos de microorganismos, como coliformes totales, *Escherichia coli*, enterococos, clostridios, *Pseudomonas*, *Staphylococcus aureus*, etc. Su ausencia o bajo nivel, según el caso, es indicativo de bue-

na desinfección del agua y del buen funcionamiento de la instalación.

Según los datos obtenidos en nuestro laboratorio durante el año 2006, en los análisis de muestras de agua de piscinas de instalaciones hoteleras situadas en las comunidades autónomas de Baleares, Andalucía y Canarias, los microorganismos que se aíslan con mayor frecuencia son coliformes totales (24%) y *P. aeruginosa* (18%) (tabla 1). En la tabla 1 se recogen también los porcentajes de aislamiento en función de la concentración de cloro de la muestra analizada, y es destacable que, nuevamente, los coliformes totales y *Pseudomonas* son los únicos grupos que se aíslan en muestras que contenían una concentración de cloro > 1,5 mg/l (partes por millón [ppm]). Estos resultados indican que los diferentes grupos de microorganismos presentan diferencias en cuanto a su resistencia al desinfectante. La importancia de este punto se pondrá en evidencia más adelante.

## Aspectos epidemiológicos

La posibilidad de desarrollar una enfermedad relacionada con aguas de recreo depende de varios factores, como las condiciones de exposición, las características de los microorganismos y los factores propios del hospedador.

El tiempo de contacto con el agua es un factor que influye directamente en la intensidad de la exposición al patógeno. Evidentemente, cuanto más tiempo permanezca una persona en el agua mayor será la exposición a los patógenos, ya sea por ingestión, inhalación o penetración a través de la piel. El tipo de actividad también influye en este aspecto, de modo que algunas actividades poseen un riesgo mayor de ingestión que otras. Así, las relacionadas con los balnearios o con el buceo tienen mayor riesgo que una piscina comunitaria destinada a la natación<sup>2</sup>. Está claro que el correcto mantenimiento será la clave de la prevención en cualquier caso, y que las condiciones de éste serán tanto más rigurosas cuanto mayor sea el riesgo de la instalación.

Los patógenos presentan varias características para poder provocar enfermedades. Además de los factores relacionados con la adhesión, invasión y proliferación en el hospedador, en el caso de las aguas recreativas son especialmente importantes los relacionados con la supervivencia y proliferación en el medio acuático, así como la resistencia a los compuestos químicos que se añaden. Pa-

TABLA 1. Porcentajes de aislamiento en agua de piscinas de los principales grupos bacterianos recogidos por diferentes normativas autonómicas para el control de aguas de recreo

Grupo bacteriano	Porcentaje de aislamiento <sup>a</sup>	Porcentajes de aislamientos en función de la concentración de cloro (mg/l) <sup>b</sup>			
		0-0,5	0,5-1	1-1,5	> 1,5
Coliformes totales	24 (1.265)	39,9	14,9	11,9	8,6
<i>Escherichia coli</i>	5 (1.258)	10,9	1,6	0,7	0,0
Enterococos	9 (229)	9,7	3,3	2,1	0,0
Clostridios	6 (94)	6,9	1,6	6,4	0,0
<i>Pseudomonas</i>	18 (254)	18,4	18,2	8,1	16,7
<i>Staphylococcus aureus</i>	7 (363)	11,9	2,7	2,9	0,0

<sup>a</sup>Porcentaje de muestras positivas sobre el total de muestras analizadas (n).

<sup>b</sup>Porcentaje de muestras positivas en función de la concentración de cloro de la muestra.

TABLA 2. Resistencia a los desinfectantes: valores CT (tiempo de contacto) según los CDC y Korich et al<sup>26</sup>

Microorganismo	Cloro libre	Ozono
<i>Cryptosporidium</i>	9.600	10
<i>Giardia</i>	100	0,18
Enterobacteriáceas	100	—
Virus entéricos	10	—

TABLA 3. Brotes relacionados con aguas de recreo en Estados Unidos en el período 2003-2004<sup>2</sup>

Causa	Brotes, n (%)
Gastroenteritis infecciosa o tóxica	30 (48,4)
Dermatitis	13 (21,0)
Enfermedad respiratoria aguda (grave)	7 (11,3)
Diversas causas	12 (19,3)
Meningoencefalitis ameboides	1
Meningitis aséptica	1
Leptospirosis	1
Otitis externa	1
Mixtas	8

ra comparar la resistencia a los desinfectantes se utiliza el concepto de tiempo de contacto (CT, *contact time*), calculado como el producto de la concentración del desinfectante en ppm por el tiempo necesario para eliminar al patógeno, expresado en minutos. Mientras que la mayoría de virus y bacterias se eliminan tras 5 min a una concentración de 1 ppm de cloro (lo habitual en una piscina), algunos protozoos como *Cryptosporidium* presentan un CT de 9.600, lo que implica tiempos de acción muy prolongados (tabla 2).

Por último, hay factores dependientes del huésped. Así, el estado inmunitario del individuo determinará su susceptibilidad a la infección y, en caso de producirse, la gravedad de la enfermedad asociada. En otros casos, la presencia de lesiones cutáneas facilita la colonización e infección por organismos oportunistas ambientales.

## Enfermedades infecciosas asociadas con aguas de recreo

Aunque, generalmente, las enfermedades relacionadas con el uso de aguas de recreo son leves o moderadas, existe un amplio espectro, tanto de posibles patógenos como de la importancia o gravedad de las infecciones. En Estados Unidos, los Centers for Disease Control and Prevention (CDC) mantienen, desde 1971, un registro de brotes asociados con las aguas, en especial las de uso recreativo<sup>2</sup>. Este registro constituye un excelente referente, ya que ni en Europa ni en España hay un registro similar. Lo más parecido sería el sistema Eurosurveillance de la Unión Europea y el Centro Nacional de Epidemiología español. Sin embargo, no hay un análisis sistemático de los casos relacionados con las aguas de recreo, sino que se limitan a la publicación y estudio de brotes aislados.

Según los datos de los CDC<sup>2</sup>, en Estados Unidos las enfermedades más frecuentes son las gastroenteritis (por agente infeccioso, toxina o sustancia tóxica), seguidas de las dermatitis, las enfermedades respiratorias y las in-

fecciones mixtas (las provocadas por más de un agente causal) (tabla 3). Mucho menos frecuentes son las meningoencefalitis, meningitis, leptospirosis y otitis. Valores similares se pueden extrapolar a partir de las publicaciones referentes a Europa o Japón.

Los agentes etiológicos relacionados con las enfermedades infecciosas provocadas por el uso de aguas de recreo suelen ser bacterianos (aproximadamente un 32,3%), parásitos (24,2%), virales (9,7%) o sustancias químicas o toxinas (4,8%). Sin embargo, si nos centramos en aguas de recreo tratadas (piscinas e instalaciones similares), el objetivo esencial de esta revisión, estos porcentajes cambian claramente y son los parásitos los principales microorganismos causantes de infecciones<sup>2</sup>.

### Gastroenteritis

Los brotes de gastroenteritis relacionados con las aguas de recreo constituyen, aproximadamente, el 50% de todos los casos de enfermedades relacionadas con el uso de este tipo de aguas. Los parásitos, y en particular *Cryptosporidium*, son causas importantes de enfermedad intestinal en estas instalaciones, oscilando entre el 15 y el 75% del total de casos en Estados Unidos<sup>3</sup>. Se han descrito varios brotes importantes, algunos de ellos con más de 3.000 afectados<sup>3,4</sup>. El brote suele originarse con un usuario infectado, niños con pañales por lo general, y se favorece por el carácter explosivo y la elevada carga de quistes típicos de la diarrea por este parásito, así como por su resistencia a los desinfectantes.

En los últimos años también se han descrito brotes similares en Europa<sup>5,6</sup> y Japón<sup>7</sup>. En nuestro laboratorio hemos tenido relación, en mayor o menor grado, con algunos brotes en Baleares, relacionados con piscinas de establecimientos turísticos, de 2003 a 2005 (datos no publicados). Algunos tuvieron una gran repercusión mediática en la prensa del Reino Unido, como el acaecido en julio de 2003 en un hotel en Alcudia ocupado mayoritariamente por británicos. Por razones obvias, una parte importante de los afectados fueron niños. Tras el vaciado de la piscina y la desinfección del sistema de filtración se pudo comprobar la eficiencia del tratamiento y descartar la presencia del parásito.

Otros brotes han tenido menos repercusión en los medios de comunicación, como los ocurridos en 2 hoteles en Menorca durante 2004 y 2005, u otro en Pollença. En todos ellos, la tasa de ataque fue en torno al 50% de los residentes. Las primeras medidas consistieron en la administración de antidiarreicos y dieta astringente, lo que resultó inoperante desde el punto de vista de control del brote. Sólo el diagnóstico parasitológico clínico, la detección de *Cryptosporidium* en el agua de las piscinas, y la consiguiente adopción de medidas específicas (vaciado de la piscina, hipercloración, limpieza y desinfección de filtros) permitió, en todos los casos, controlar los brotes. Estos son claros ejemplos de la importancia de un correcto diagnóstico, clínico y sanitario, a la hora de establecer una actuación efectiva.

Como en otras situaciones, es lógico pensar que el número de casos en España es mucho más elevado, pero no se registran por varias razones. En primer lugar, no está generalizada la detección de *Cryptosporidium* en el agua, ni siquiera para agua potable, a pesar de que el Real Decreto 140/2003, que regula la calidad del agua de consu-

mo humano, contempla la detección de este parásito. Por esta razón hay muy pocos laboratorios en España que dispongan de la capacitación técnica para detectar al parásito en agua. Además, el impacto negativo que tiene para el turismo la publicidad de estos casos obliga a las autoridades a ser muy cautas, ya que no sólo afecta al establecimiento relacionado, sino a todos los que los turistas asocian al área geográfica.

La participación de *Giardia* en brotes asociados a aguas de recreo, y en consecuencia su riesgo sanitario, es más dudosa, ya que en los brotes la transmisión persona a persona tiene especial relevancia. Aunque, en ocasiones, la encuesta epidemiológica ha relacionado el brote con el uso de la piscina, la confirmación del origen por detección del parásito en el agua recreativa, a pesar de existir técnicas para ello, no suele producirse. Así ocurrió en un brote relacionado con una piscina de chapoteo de niños en Boston, en 2003 (30 casos relacionados con la piscina por la encuesta y 105 por transmisión interpersonal)<sup>8</sup>, o en otros ocurridos en Norteamérica pero menos documentados que el anterior<sup>8,9</sup>. Sin duda, su menor resistencia a la desinfección (CT = 100 para el cloro libre residual), marcadamente inferior a la de *Cryptosporidium*, explica la dificultad de detectar quistes de *Giardia*, aun en el supuesto de que sea el agua el vehículo para la infección por este parásito. Todos estos casos tuvieron en común la existencia de problemas en la desinfección tras un accidente fecal, así como el fallo en los planes de contingencia establecidos, cuando los había.

Las gastroenteritis provocadas por norovirus han aumentado significativamente en los últimos años, en particular en aguas de recreo. Uno de estos brotes ocurrió en marzo de 2004 en una competición de natación en Idaho<sup>10</sup>. La revisión del caso demostró que la desinfección y el sistema para controlarla fueron inadecuados. Otro brote de norovirus ocurrido en Florida afectó a una escuela donde, en el recreo, se usaba un tobogán de agua alimentado por una manguera<sup>2</sup>. Un niño afectado de diarrea usó el tobogán, contaminando el agua y a otros niños. Finalmente el virus afectó a un total de 46 personas, algunas probablemente por transmisión de persona a persona. En ocasiones, los brotes pueden ser debidos a más de un virus, como el ocurrido en Helsinki en julio de 2001<sup>11</sup>. En este caso, más de 200 personas se vieron afectadas de gastroenteritis por agua contaminada con norovirus y astrovirus. En otros casos, los brotes por norovirus se atribuyen a otros factores, como alimentos o agua de consumo humano, pero las aguas recreativas pueden jugar un papel importante en la diseminación ya que, durante los brotes, se han descrito episodios de deyecciones y vómitos en las piscinas.

Por último, las gastroenteritis bacterianas por el uso de aguas de recreo son relativamente frecuentes en aguas no tratadas (lagos, ríos, etc.), pero no lo son tanto en las aguas sometidas a tratamiento. Aun así, se han descrito casos debidos a *Escherichia coli* O157<sup>12,13</sup> y a *Shigella*<sup>2</sup>.

### Dermatitis

Las dermatitis bacterianas constituyen, aproximadamente, el 20% de las infecciones causadas por el uso recreativo del agua. Los principales responsables de este tipo de infecciones son los miembros del género *Pseudomonas*, organismos ambientales que frecuentemente colonizan y

se desarrollan en las instalaciones acuáticas. Durante el periodo 2003-2005 se describieron en Estados Unidos 13 brotes de dermatitis. Generalmente, *P. aeruginosa* es el agente causal de foliculitis, principalmente en niños que utilizan instalaciones acuáticas. Alrededor de una treintena de casos se describieron en sendos brotes ocurridos en el estado de Missouri<sup>14</sup> y en Reino Unido<sup>15</sup>. En este último caso, se puso de relieve la importancia de la higiene y desinfección de las piscinas hinchables. Además de estos casos de foliculitis, *Pseudomonas* también es responsable de otitis relacionadas con aguas de recreo<sup>16</sup>.

Un caso curioso se refiere al brote de infección cutánea por *S. aureus* resistente a la meticilina de origen comunitario ocurrido en un equipo de fútbol americano<sup>17</sup>. En este caso, aunque el contacto directo durante el ejercicio físico y la depilación a la que se sometieron los deportistas fueron factores decisivos, también lo fue el uso común de una piscina de hidromasaje con un mantenimiento inadecuado, debido a la carencia de un sistema continuo de dosificación de desinfectante y al uso de la povidona yodada para este fin.

### Enfermedad respiratoria grave

Más de un 10% de las enfermedades relacionadas con el uso recreativo del agua afecta al sistema respiratorio, y la mayoría se debe a compuestos químicos, que no son el objeto de esta revisión. Sin embargo, algunos microorganismos presentes en las aguas recreativas son causa frecuente de patología respiratoria. Los miembros del género *Legionella*, y en particular *L. pneumophila*, son responsables de este tipo de dolencias. Así, se han aislado estas bacterias en numerosas instalaciones recreativas<sup>18</sup>. En algunas ocasiones, la infección sólo originó la forma más benigna de fiebre de Pontiac<sup>18</sup>, pero en otras ocasiones se han producido brotes de neumonía por *Legionella*. Así, se han descrito numerosos brotes de legionelosis relacionados con aguas de recreo en Estados Unidos<sup>19</sup>, Europa<sup>20-22</sup>, Japón<sup>23</sup> y Nueva Zelanda<sup>24</sup>.

En España, entre 1993 y 2001 se informó al Centro Nacional de Epidemiología de 7 brotes relacionados con aguas recreativas, que afectaron a 43 personas y provocaron una muerte. Los casos de legionelosis se asocian normalmente a instalaciones donde se generan aerosoles, como piscinas de burbujeo y fuentes recreativas. Entre 2001 y 2003 se han descrito 20 casos de legionelosis asociados a SPA<sup>25</sup>.

### Medidas de prevención y control

En general, los brotes de enfermedades infecciosas son menos frecuentes en aguas recreativas naturales que en aguas tratadas, debido principalmente a la menor renovación del agua y a la posible sobrecarga de las últimas. Esto hace que el mantenimiento de las aguas tratadas sea crucial para evitar las enfermedades infecciosas. En este sentido, las medidas se pueden clasificar en 3 tipos: de mantenimiento de las instalaciones, de índole regulatoria y de educación al usuario.

Todos los casos descritos en la bibliografía tienen en común una serie de factores que finalmente desembocaron en un brote. Algunos de ellos son atribuibles a las características de las instalaciones: un mal diseño de la insta-

lación, una desinfección insuficiente o una filtración inadecuada. Sirva como ejemplo alguno de los casos de criptosporidiosis ocurridos en nuestro ámbito geográfico. Así, en uno de ellos la piscina infantil no disponía de sistema de depuración ni de dosificación independientes, sino que estaba unida a la de adultos. De este modo, la contaminación del agua por los niños, mucho más frecuente, se propagaba a la piscina de adultos. Además, el sistema de renovación era muy deficiente, ya que apenas disponía de *skimmers* (sumideros que reciclan el agua hacia los filtros). Esto hace que el tiempo de contacto con el patógeno, y por tanto la posibilidad de infectarse, sea mayor. La ausencia de aseos cercanos y su inoperancia (no eran accesibles a bañistas) también contribuyeron a que el brote se produjese y se magnificase.

Otros factores están relacionados con la falta de control por parte del personal responsable del mantenimiento, a veces unida a una mala formación específica acerca de lo que están haciendo. En ocasiones no hay, propiamente, un mantenimiento inadecuado, sino un mal uso de la instalación, que frecuentemente presenta condiciones de sobrecarga, es decir, se supera el aforo para el que ha sido diseñada.

Evidentemente, determinadas instalaciones son más peligrosas que otras. En el caso de los SPA, al riesgo de que sean contaminados por los usuarios con diarrea, hay que añadir que la temperatura del agua ayuda a multiplicarse a bacterias termófilas como *Pseudomonas* y *Legionella*, cuyo hábitat natural es el medio acuático, y que, por tanto, no son introducidas por los usuarios. Además, los SPA suelen tener menos agua, lo que hace que sean más vulnerables, debido a que, con mayor facilidad, se usan en condiciones de sobrecarga, y a que la temperatura favorece la evaporación del desinfectante. Nuestra experiencia nos indica que muchas instalaciones tipo SPA de recintos hoteleros se utilizan principalmente los fines de semana, justo cuando libra el personal de mantenimiento con formación específica. Por lo tanto, parece claro que el grado de las medidas de control debiera adecuarse al riesgo real derivado del tipo de instalaciones y de su utilización.

Las patologías asociadas a bacterias y virus suelen deberse, en la mayoría de los casos, a una deficiente desinfección y monitorización por parte del personal encargado de ello. Además, en el caso de los parásitos influye en gran medida una filtración deficiente. El ejemplo más relevante lo constituye la criptosporidiosis. Los quistes de *Cryptosporidium* son sumamente resistentes al cloro, es decir, requieren un tiempo de contacto muy grande para ser inactivados. En España la legislación relativa a aguas recreativas recomienda concentraciones de cloro libre que oscilan entre 0,5 y 3 ppm. A una concentración de 2 ppm, la concentración máxima de cloro permitida por muchas administraciones sanitarias, en España y en otros países, se necesitarían 3,5 días para ser inactivados, teniendo en cuenta el elevado valor CT para este parásito<sup>26</sup>. Aunque la renovación del agua cumpliera lo recomendado (cada 4 h para las piscinas de adultos, y cada hora para las infantiles), los bañistas estarían expuestos al parásito durante este tiempo. A todo esto hay que añadir que la eficacia de la filtración es más que dudosa, ya que se requiere un tamaño de poro efectivo de 1 µm, que no cumple ninguno de los filtros destinados a piscinas.

Teniendo en cuenta que su dosis infectiva es muy baja, se explica que, cuando un agua es contaminada por este parásito, el número de afectados puede ser muy grande, aunque la instalación cumpla con todas las recomendaciones. Por ser el más frecuente y el más resistente, hace que se aconseje tratamientos adicionales a la cloración o bromación. Dadas las insuficiencias técnicas de los sistemas actuales de filtración, incluso de los más modernos, el uso de floculantes para mejorar la eficiencia de los filtros, así como la existencia de un sistema adicional de desinfección, además de la cloración, como radiaciones ultravioleta, ozono o dióxido de cloro, son medidas que parecen recomendables de cara al diseño de una instalación moderna para prevenir los brotes de criptosporidiosis. Por lo comentado antes, si las condiciones impiden la presencia de *Cryptosporidium*, es muy improbable que esté presente otro patógeno (tabla 4).

De cara a prevenir las enfermedades infecciosas derivadas del uso de aguas recreativas, además de las medidas técnicas, es fundamental el aspecto regulatorio. Sería deseable disponer de registros de enfermedades asociadas a las aguas de recreo, por comunidades, con el fin de mejorar la prevención. Además, debería regularse la formación que recibe el personal de mantenimiento que controla estas instalaciones. Actualmente, las únicas comunidades autónomas en España que tienen formación regulada son Baleares, Comunidad Valenciana y la Región de Murcia.

Por último, hay que destacar la escasa concienciación de los usuarios respecto a su responsabilidad de mantener unas prácticas higiénicas correctas (tabla 5). Aunque parezca sorprendente, el principal peligro para el agua de una piscina es, precisamente, el usuario, pues es la fuente principal de contaminación. De nada sirve tener una piscina en óptimas condiciones si, finalmente, es contaminada, consciente o inconscientemente, por los usuarios. La adopción de medidas educativas, incluyendo campañas publicitarias, parece una vía de control recomendable de cara al futuro, dado el previsible aumento de la utilización del agua con fines de recreo.

**TABLA 4. Recomendaciones de prevención relacionadas con la instalación**

- Diseño proporcional al uso que se vaya a dar
- Carteles adecuados y visibles, indicando horario y aforo, para que no se sobrepase, y normas de uso
- Uso de 2 desinfectantes, al menos uno con efecto residual
- Uso de floculantes para aumentar la eficacia de la filtración
- Sistemas automáticos de dosificación
- Monitorización adecuada por parte del personal de mantenimiento durante el horario de uso
- Planes de mantenimiento y limpieza, incluyendo zona de andenes, hamacas y elementos de juego para niños
- Baños cercanos, incluyendo zona para cambio de pañales
- Control analítico, químico y microbiológico, con las frecuencias adecuadas al uso
- Personal formado, que permanezca en el establecimiento durante el horario de uso. Debería haber turnos, y merecen especial atención los fines de semana y temporadas altas
- Existencia de planes escritos de emergencia y contingencia, conocidos por el personal

TABLA 5. Normas de uso para el usuario

- No hacer uso de la instalación si se tiene una enfermedad infecciosa o contagiosa, o diarrea
- Hay que ducharse antes de introducirse en el agua de la piscina
- No introducir el material de buceo, como por ejemplo tubos de inmersión, aletas, etc.
- No entrar en el recinto de la piscina con calzado, o en ropa de calle, especialmente en piscinas cubiertas
- No se permiten animales de compañía en el recinto de la piscina
- Utilización obligatoria del gorro de baño, sobre todo si el pelo es largo
- Respetar el horario de uso, que es cuando se pueden garantizar las condiciones óptimas para el baño
- Respetar el aforo

## Conclusiones

En resumen, el uso recreativo del agua implica un riesgo de contagio por parte de microorganismos responsables, principalmente, de gastroenteritis, dermatitis y problemas respiratorios. *Cryptosporidium*, norovirus, y cepas de *Escherichia coli* enteropatógenas son las causas más importantes de brotes de diarrea, mientras que *Pseudomonas* y *S. aureus* son los principales agentes de infecciones cutáneas, y *Legionella* de infección respiratoria. Los brotes siempre se deben a deficiencias en el control del sistema: baja concentración de desinfectante, o utilización de uno inadecuado, mantenimiento y limpieza insuficientes, alto nivel de ocupación y averías en los equipos de dosificación. El diseño, mantenimiento y uso adecuado de estas instalaciones son cruciales para disminuir al máximo este riesgo, y es fundamental la existencia de una normativa regulatoria y, más aún, un seguimiento riguroso por parte de las autoridades para garantizar la seguridad de las aguas recreativas. El diagnóstico etiológico del cuadro clínico, complementado con la encuesta epidemiológica y la detección sanitaria en las aguas, todos ellos realizados con rapidez, constituye la clave para un control precoz de estos brotes y evitar su extensión.

## Agradecimientos

Agradecemos la inestimable colaboración al departamento de informática, en particular a David Farrés, por su ayuda en el procesado de los datos de los análisis practicados en aguas de recreo.

## Declaración de conflicto de intereses

Los autores han declarado no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Sukthana Y, Lekkla A, Sutthikornchai C, Wanapongse P, Vejjajiva A, Bovornkitti S. Spa, springs and safety. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 2005; 36 Suppl 4:10-6.
2. Dziuban EJ, Liang JL, Craun GF, Hill V, Yu PA, Painter J, et al. Surveillance for waterborne disease and outbreaks associated with recreational water—United States, 2003-2004. *MMWR Surveill Summ*. 2006;55:1-30.
3. Craun GF, Calderon RL, Craun MF. Outbreaks associated with recreational water in the United States. *Int J Environ Health Res*. 2005;15:243-62.
4. Causer LM, Handzel T, Welch P, Carr M, Culp D, Lucht R, et al. An outbreak of *Cryptosporidium hominis* infection at an Illinois recreational waterpark. *Epidemiol Infect*. 2006;134:147-56.
5. Smith A, Reacher M, Smerdon W, Adak GK, Nichols G, Chalmers RM. Outbreaks of waterborne infectious intestinal disease in England and Wales, 1992-2003. *Epidemiol Infect*. 2006;134:1141-9.
6. Insulander M, Lebbad M, Stenstrom TA, Svenungsson B. An outbreak of cryptosporidiosis associated with exposure to swimming pool water. *Scand J Infect Dis*. 2005;37:354-60.
7. Yokoi H, Tsuruta M, Tanaka T, Tsutake M, Akiba Y, Kimura T, et al. Cryptosporidium outbreak in a sports center. *Jpn J Infect Dis*. 2005;58:331-2.
8. Katz DE, Heisey-Grove D, Beach M, Dicker RC, Matyas BT. Prolonged outbreak of giardiasis with two modes of transmission. *Epidemiol Infect*. 2006;134:935-41.
9. Porter JD, Ragazzoni HP, Buchanon JD, Waskin HA, Juranek DD, Parkin WE. Giardia transmission in a swimming pool. *Am J Public Health*. 1988; 78:659-62.
10. Podewils LJ, Zanardi Blevins L, Hagenbuch M, Itani D, Burns A, Otto C, et al. Outbreak of norovirus illness associated with a swimming pool. *Epidemiol Infect*. 2007;135:827-33.
11. Maunula L, Kalso S, von Bonsdorff CH, Ponka A. Wading pool water contaminated with both noroviruses and astroviruses as the source of a gastroenteritis outbreak. *Epidemiol Infect*. 2004;132:737-43.
12. Friedman MS, Roels T, Koehler JE, Feldman L, Bibb WF, Blake P. *Escherichia coli* O157:H7 outbreak associated with an improperly chlorinated swimming pool. *Clin Infect Dis*. 1999;29:298-303.
13. Brewster DH, Brown MI, Robertson D, Houghton GL, Bimson J, Sharp JC. An outbreak of *Escherichia coli* O157 associated with a children's paddling pool. *Epidemiol Infect*. 1994;112:441-7.
14. Yu Y, Cheng AS, Wang L, Dunne WM, Bayliss SJ. Hot tub folliculitis or hot hand-foot syndrome caused by *Pseudomonas aeruginosa*. *J Am Acad Dermatol*. 2007;57:596-600.
15. Tate D, Mawer S, Newton A. Outbreak of *Pseudomonas aeruginosa* folliculitis associated with a swimming pool inflatable. *Epidemiol Infect*. 2003;130: 187-92.
16. Hajjartabar M. Poor-quality water in swimming pools associated with a substantial risk of otitis externa due to *Pseudomonas aeruginosa*. *Water Sci Technol*. 2004;50:63-7.
17. Begier EM, Frenette K, Barrett NL, Mshar P, Petit S, Boxrud DJ, et al. A high-morbidity outbreak of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* among players on a college football team, facilitated by cosmetic body shaving and turf burns. *Clin Infect Dis*. 2004;39:1446-53.
18. Huhn GD, Adam B, Ruden R, Hilliard L, Kirkpatrick P, Todd J, et al. Outbreak of travel-related pontiac fever among hotel guests illustrating the need for better diagnostic tests. *J Travel Med*. 2005;12:173-9.
19. O'Loughlin RE, Kightlinger L, Wery MC, Brown E, Stevens V, Hepper C, et al. Restaurant outbreak of Legionnaires' disease associated with a decorative fountain: an environmental and case-control study. *BMC Infect Dis*. 2007; 7:93.
20. Beyrer K, Lai S, Dreesman J, Lee JV, Joseph C, Harrison T, et al. Legionnaires' disease outbreak associated with a cruise liner, August 2003: epidemiological and microbiological findings. *Epidemiol Infect*. 2007;135:802-10.
21. Alsibai S, Bilo de Bernardi P, Janin C, Che D, Lee JV. Outbreak of legionellosis suspected to be related to a whirlpool spa display, September 2006, Lorquin, France. *Euro Surveill*. 2006;11:E061012 3.
22. Foster K, Gorton R, Waller J. Outbreak of legionellosis associated with a spa pool, United Kingdom. *Euro Surveill*. 2006;11:E060921 2.
23. Nakamura H, Yagyu H, Kishi K, Tsuchida F, Oh-Ishi S, Yamaguchi K, et al. A large outbreak of Legionnaires' disease due to an inadequate circulating and filtration system for bath water—epidemiologic manifestations. *Intern Med*. 2003;42:806-11.
24. Ruscoe Q, Hill S, Blackmore T, McLean M. An outbreak of *Legionella pneumophila* suspected to be associated with spa pools on display at a retail store in New Zealand. *N Z Med J*. 2006;119:U2253.
25. Cano R, Prieto N, Martín C, Pelaz C, de Mateo S. Legionnaires' disease clusters associated with travel to Spain during the period January 2001 to July 2003. *Euro Surveill*. 2004;9:14-5.
26. Korich DG, Mead JR, Madore MS, Sinclair NA, Sterling CR. Effects of ozone, chlorine dioxide, chlorine, and monochloramine on *Cryptosporidium parvum* oocyst viability. *Appl Environ Microbiol*. 1990;56:1423-8.