

Análisis de incidentes químicos ocurridos en piscinas de España, 2008-2012.

Gámez de la Hoz J^{1*}, Padilla Fortes A²

¹Servicio de Salud Pública. Distrito Sanitario Costa del Sol. Málaga. Servicio Andaluz de Salud. ²Unidad de Prevención de Riesgos y Salud Laboral. Distrito Sanitario Málaga. Servicio Andaluz de Salud.

Resumen: Objetivo: Análisis histórico comparado y descripción sistemática de la distribución, características y consecuencias para la salud pública de incidentes sucedidos en piscinas asociados con la exposición a sustancias químicas, durante el período 2008-2012 en España. Método: Diseño observacional retrospectivo, utilizando información procedente de medios digitales de comunicación presentes en internet. Para el análisis de datos y tratamiento estadístico se creó una base de datos que incluyó variables de estudio: año, frecuencia y distribución territorial de incidentes, clase de piscina, tipo de mecanismo del evento, factores causales, sustancias químicas liberadas, vías de exposición, balance de víctimas, ingresos hospitalarios y evacuados. Resultados: Se identificaron 41 incidentes químicos con un balance de 428 víctimas, 119 ingresos hospitalarios y 1750 personas evacuadas. El perfil del incidente se caracterizó por una fuga o liberación de una sustancia química peligrosa en una piscina municipal, principalmente cloro o su mezcla con ácidos, cuya exposición afectó a un promedio de 10 personas por evento, mayoritariamente niños, que se intoxicaron por vía respiratoria, requiriendo el ingreso en centros sanitarios un promedio anual de 24 personas, incluyendo a bañistas, trabajadores o usuarios. Conclusiones: Bajo condiciones de uso las piscinas muestran escenarios con riesgos químicos que deben ser evaluados al objeto de planificar y llevar a cabo medidas preventivas dirigidas a atenuar las consecuencias negativas para la salud pública. Destacamos la conveniencia de regular un sistema coordinado de información para la vigilancia continuada de incidentes en piscinas que posibilite el estudio y la correcta gestión del riesgo químico asociado a este tipo de instalaciones.

Palabras clave: cloro; piscina; incidente químico; sustancias peligrosas; medios de comunicación

Abstract. Overview of chemical incidents associated with swimming pools in Spain, 2008-2012. Objective: Compared historical overview and systematic description of the distribution, features and public health implication of incidents occurred in swimming pools associated with exposure to chemicals, during the period 2008-2012 in Spain. Method: Retrospective observational design, using information reported to the digital mass media internet-based. Records of chemical incidents from a database of 5-year were analyzed to categorize main features. We examined the following variables: year, frequency and geographical location of incidents, class of swimming pool, settings lead to the event, causal factors, chemicals released, exposure ways, balance of victims, attending hospital and evacuated people. Results: 41 chemical incidents were identified in 5 years with a balance of 428 victims, 119 in-patient and 1750 people evacuated. Common profile of a chemical incident in a

swimming pool was featured as a municipal setting where a release or hazardous chemical leak, mainly chlorine or mixed with acids occurred. An average of 10 exposed people per event, mostly children, exposed by respiratory airway, needed to be attended in hospital or community health center an annual average of 24 people, including bathers, employees or users. Conclusions: Swimming pools display scenarios with chemical risks that must be evaluated. Planning and implementing preventive measures are priority to mitigate a negative impact for public health. Our findings suggest the convenience of the regulation of a coordinated information system for ongoing surveillance of incidents in swimming pools to enable a safe management of chemical hazards.

Keywords: chlorine; swimming pool; chemical incident; hazardous chemicals; mass media

Introducción

La convivencia de las personas con riesgos e incertidumbres asociados al avance tecnológico es una de las características que definen la sociedad actual. Entre los riesgos tecnológicos, los de tipo químico, han concentrado especial preocupación por sus consecuencias para la salud pública. Aunque la mayoría de los incidentes químicos se producen en instalaciones industriales, cada año trasciende a los medios de comunicación la ocurrencia de eventos en piscinas de uso colectivo, donde se declaran casos alarmantes por exposición a sustancias químicas peligrosas.

En España es muy popular la práctica de actividades recreativas en piscinas, siendo el segundo país europeo con mayor número de instalaciones construidas, cuyo parque se ha estimado en 1,1 millones en el caso de las piscinas privadas unifamiliares, y en 62.000 en el caso de piscinas públicas y no unifamiliares [1].

Los productos químicos utilizados en las piscinas desempeñan un importante papel para prevenir la transmisión de enfermedades infecciosas así como en el mantenimiento óptimo de la calidad del agua de baño. El rango de sustancias y/o productos químicos empleados en estas instalaciones es muy variado (bactericida, alguicida, floculante, antiincrustante, modificador del pH...) y tienen diferentes niveles de peligrosidad. Por ello, una deficiente manipulación y aplicación de sustancias químicas puede afectar severamente a la salud de los trabajadores y usuarios de las piscinas. En este sentido se han documentado numerosas secuelas clínicas por la exposición aguda de las personas a estas sustancias, que varían desde lesiones y daños leves como irritaciones oculares y de mucosas, edemas naso-faríngeos, dificultades respiratorias hasta el síndrome de insuficiencia respiratoria aguda severa, y en casos muy graves, la asfixia letal [2,3,4]. Además de los efectos en la salud humana, los

* e-mail: jgamez/andaluciajunta.es

incidentes químicos pueden provocar serios daños al medio ambiente, a la propiedad y cuantiosas pérdidas económicas.

El análisis histórico de accidentes (AHA) es una técnica utilizada para la identificación y evaluación de riesgos que permite conocer las fuentes de peligros presentes en una instalación por comparación a otras que han registrado accidentes en el pasado [5]. En este contexto el análisis de los incidentes en piscinas nos puede proporcionar una idea clara sobre la magnitud de una emergencia asociada con sustancias peligrosas cuando no se está debidamente preparado para responder a este tipo de sucesos, y cuyas consecuencias se traducen en lesiones o pérdidas humanas, daños materiales y afecciones al medio ambiente.

Existen amplios estudios sobre la exposición aguda a compuestos químicos en piscinas, pero estos trabajos se centran básicamente en los aspectos clínicos, ofreciendo una visión fragmentada de la gestión en salud pública y de las consecuencias de estos eventos. Con la presente investigación pretendemos mostrar una idea aproximada de los peligros, características y tendencia de los incidentes químicos en piscinas con resultado de víctimas y su análisis histórico comparado.

Para este propósito, el objetivo de nuestro trabajo fue identificar y describir sistemáticamente la frecuencia, sustancias liberadas, causas y localización de los incidentes químicos agudos ocurridos en piscinas de España. Un objetivo secundario fue obtener un árbol general de eventos para analizar la secuencia de acontecimientos que dieron lugar al incidente.

Método

Se diseñó un estudio observacional retrospectivo con emplazamiento en la población general. La muestra estudiada consistió en la selección de cualquier categoría de evento que implicase la liberación de sustancias peligrosas en piscinas de uso colectivo con motivo de algún incidente químico ocurrido en España durante el período 2008-2012.

Un incidente químico agudo en salud pública puede ser definido como un acontecimiento inesperado con un inicio claro durante el que una sustancia(s) se libera al medio ambiente y posee un peligro (potencial) para humanos, animales o el medio ambiente [6]. Estos acontecimientos abarcan incendios, explosiones, escapes y liberación accidental o deliberada de sustancias tóxicas que pueden causar enfermedad, daños, incapacidad o la muerte de seres humanos.

Como fuente de datos para identificar incidentes químicos se utilizaron los medios digitales de comunicación seleccionando noticias relacionadas, principalmente procedentes de prensa escrita, agencias de noticias y gabinetes de comunicación, mediante el motor de búsqueda Google (consulta: enero, 2013). Se descartaron bases de datos sectoriales como MHIDAS, FACTS o MARS por referirse fundamentalmente a países anglosajones y accidentes industriales. Como estrategia de búsqueda se utilizaron los descriptores: cloro, accidente y piscina, afinando la identificación de sucesos mediante el uso de operadores booleanos. El período de estudio seleccionado obedece al momento en el que internet superó a la prensa escrita como medio de acceso a la información [7,8].

Una vez recuperados los registros de la búsqueda, se condujo un estudio exhaustivo del contenido de la información relacionada con las características del incidente químico, que fue registrada y codificada en una base de datos para su análisis y tratamiento estadístico. Las mediciones principales contemplaron las siguientes

variables: año, tipo de piscina, localización geográfica, densidad poblacional, tipo de evento (fuga, nube-gas, incendio y explosión), factor contribuyente (fallo mecánico, error humano, fallo de instrumentación, fallo por impacto), causas específicas, sustancia química liberada, vías de exposición y afecciones a la población (muertos, heridos y evacuados), incluyendo las exposiciones ocupacionales. Para estimar la probabilidad de que un incidente se desarrolle hacia una determinada secuencia del suceso, de acuerdo con el tipo de mecanismo llevado a cabo cuando ocurrió el incidente, se construyó un árbol general de eventos siguiendo la metodología utilizada por Ronza et al [9], que tiene como principal ventaja el que los peligros, causas y consecuencias identificadas son reales por estar basados en incidentes verídicos.

Resultados

Resumen de incidentes.

Se identificaron 41 incidentes químicos con un total de 428 víctimas ocurridos en piscinas durante el período de 2008-2012. El promedio de personas que vieron comprometida su salud fue de 86 cada año, correspondiente a una media de 8 incidentes químicos anuales. En más del 90% de los incidentes se documentaron personas que sufrieron lesiones, mientras que sólo en 3 casos no hubo afectados.

En la figura 1 se representa la razón del número de víctimas/incidentes anuales al objeto de obtener una estimación general de las consecuencias en salud pública a lo largo del intervalo estudiado, siendo 2010 el año donde se produce la mayor tasa de víctimas por incidente. En el total de víctimas contabilizadas durante los 5 años prevaleció el grupo de edad infantil, con al menos 200 niños, frente a un mínimo de 123 adultos afectados. En 5 casos, el incidente afectó exclusivamente a operarios de las instalaciones. Un operario fue la única víctima mortal registrada, mientras realizaba tareas de mantenimiento en la piscina.

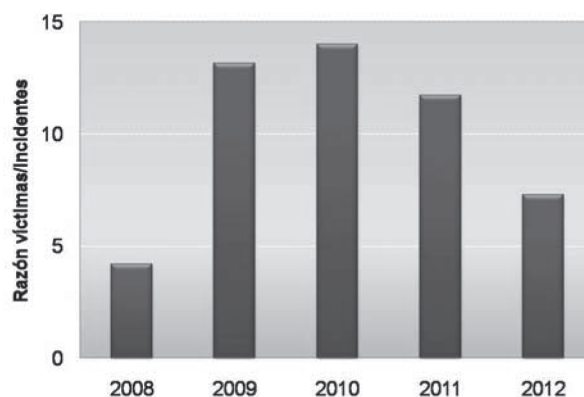


Figura 1. Distribución temporal del número de víctimas por incidentes químicos ocurridos en piscinas de España

Los sucesos fueron descritos en 12 comunidades autónomas, de las que Cataluña dio cuenta del 26,8% (11) de los incidentes (figura 2), seguido por Andalucía con 6 casos, región con el mayor número de piscinas construidas en España [1].

Más de la mitad (56,1%) de los incidentes químicos estuvieron asociados con piscinas municipales seguidas con una diferencia destacada por las instalaciones hoteleras y turísticas (tabla 1).



Figura 2. Distribución territorial de incidentes químicos ocurridos en piscinas de España, 2008-2012

Tabla 1. Número y porcentaje de incidentes químicos asociados con lesionados, ingresos hospitalarios y personas evacuadas, por tipo de piscina 2008-2012.

Establecimiento tipo	Incidentes (%)	Víctimas	Muertes	Ingresados	Evacuados
Municipales	56,09	182	1	60	721
Alojamientos turísticos	12,19	33	0	12	33
Club deportivo	7,32	20	0	8	312
Colegios	4,88	14	0	5	14
Balnearios y similares	4,88	155	0	20	155
Colonia infantil	2,44	5	0	2	5
Gimnasio	2,44	8	0	2	100
Parque acuático	2,44	0	0	0	400
Residencia ancianos	2,44	3	0	3	3
Urbanización	2,44	2	0	2	2
Vivienda privada	2,44	5	0	5	5
Totales	100	427	1	119	1750

La sustancia química liberada como consecuencia del incidente fue descrita en el 87,8% de los registros recuperados, resultando que el cloro y/o sus derivados estuvieron implicados en el 85,4% de los eventos. No obstante, en el 39% de los casos se liberaron gases tóxicos emanados de la mezcla o contacto entre ácido clorhídrico (19,5%) y compuestos clorados. Los casos producidos por otros ácidos como el sulfúrico presentaron una frecuencia del 7,3%, mientras que el ácido tricloroisocianúrico se identificó en una ocasión. El hipoclorito, utilizado como agente biocida, estuvo involucrado al menos en el 26,8% de las mezclas con sustancias ácidas. No se precisó por completo la identidad de las sustancias implicadas en el 21,95% de los casos. El resumen de los productos químicos identificados a los que estuvieron expuestas las personas se muestra en la tabla 2.

Análisis causal.

El error humano y los fallos mecánicos fueron los principales factores causales, contribuyendo respectivamente con el 39% y el 32% de los incidentes químicos (tabla 3). Un análisis más detallado con las causas específicas que propiciaron la exposición aguda de las personas a las sustancias químicas liberadas en la piscina se presenta en la tabla 4. La mayoría de los incidentes químicos (46,3%) estuvieron asociados al proceso de funcionamiento de las instalaciones, el 24,4% ocurre durante operaciones de almacenamiento, y en 2 ocasiones en operaciones de carga y descarga de las sustancias químicas.

Con el árbol general de eventos se puede concretar el orden cronológico de los acontecimientos y estimar la probabilidad de que un incidente químico se desarrolle hacia una determinada secuencia (figura 3). El valor entre corchetes representa la probabilidad de ocurrencia referida al nivel inmediatamente anterior. El valor al final de cada rama muestra la probabilidad global de ocurrencia de cada secuencia de incidente con respecto al total de eventos. Los dos eventos más frecuentes fueron la liberación de una sustancia química, y en menor grado, la formación de una nube-gas tóxica. Tanto el suceso de incendio como el de explosión acompañado de la liberación de sustancias químicas representan el 2,4% de los casos, mientras que la probabilidad de una secuencia de fuga-nube-gas es próxima al 34% del total de eventos, es decir, aproximadamente por cada 3 fugas químicas se da lugar a la formación de una nube-gas a partir de la mezcla entre productos químicos incompatibles.

Tabla 2. Ranking de productos químicos asociados con incidentes químicos ocurridos en piscinas, 2008-12.

Sustancias	Incidentes N°	Frecuencia (%)
Compuestos clorados	18	43,90
Ácido clorhídrico	1	2,44
Mezclas químicas:		
<i>Hipoclorito+ácido clorhídrico</i>	5	12,19
<i>Hipoclorito \ ácido sulfúrico</i>	3	7,32
<i>Hipoclorito \ ácido tricloroisocianúrico</i>	1	2,44
<i>Hipoclorito+ácido</i>	2	4,88
<i>Hipoclorito+otros</i>	1	2,44
<i>Cloro+ácido clorhídrico</i>	3	7,32
<i>Cloro+ácido</i>	2	4,88
<i>biocida \ biocida</i>	1	2,44
Gases (incendio)	1	2,44
No documentada	3	7,32
Totales	41	100%

Tabla 3. Número y porcentaje de incidentes químicos en piscinas, asociados con daños y personas evacuadas, por factor contribuyente, 2008-2012.

Factor	Incidentes		Personas con daños		Personas evacuadas	
	N°	(%)	N°	(%)	N°	(%)
Total	41	100	428	100	1750	100
Error humano	16	39	184	43	877	50
Fallo mecánico	13	32	173	40	310	18
Fallo instrumentación	1	2	1	<1	1	<1
Fallo por impacto	1	2	21	5	21	1
Sin información	10	25	49	12	541	31

Tipología y gravedad de las lesiones.

Las categorías de peligrosidad descritas en los incidentes comprendieron sustancias corrosivas, comburentes, nocivas, peligrosas para el medio ambiente e irritantes. En consonancia con estas propiedades se describieron la aparición de diversos síntomas, no excluyentes entre sí, de intoxicación aguda (irritación ocular, tos, disnea, irritación nasal y dificultad respiratoria) en función del nivel de exposición a las sustancias. La afección al sistema respiratorio y el daño ocular fueron los tipos de lesiones más habituales. En la tabla 5 se presenta la frecuencia de vías de exposición identificadas con relación a la distribución de incidentes químicos. El balance global del período con respecto a la severidad de los síntomas clínicos, fue

de 119 víctimas que requirieron ser trasladadas a hospitales y centros de salud, obteniendo el alta en el mismo día o pocos días después.

Tabla 4. Factores causales de incidentes químicos ocurridos en piscinas, asociados con lesionados, ingresos hospitalarios y personas evacuadas, 2008-2012.

Causas específicas	Víctimas	Muertes	Ingresados	Evacuados
Fallo dosificación	122		14	144
Dosificación manual	30		9	30
Corte tubería	3		0	3
Equipo excavación	21		4	21
Ventilación deficiente	12		3	12
Rotura conexión tubo dosificador	40		8	129
Rotura botella cloro gas	8		0	8
Depósito de p. químicos no cerrado	2		2	2
Carga química incompatible por etiquetado erróneo	2		2	10
Rotura bomba dosificadora	3		0	20
Carga química incompatible por error humano	8		8	300
Apertura depósito de p. químicos	1	1	0	0
Fuga de depósito de p. químicos	3		3	3
Mezcla errónea de p. químicos incompatibles	38		10	38
Fuga de manguera de carga	74		4	74
No documentadas	61		42	956
Totales	427	1	119	1750

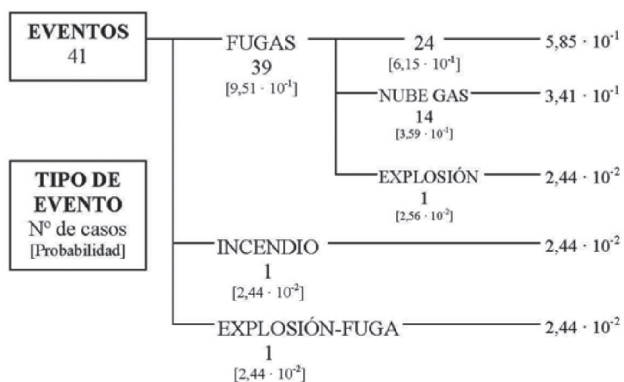


Figura 3. Árbol general de eventos

Tabla 5. Rutas de exposición a sustancias químicas más frecuentes involucradas en incidentes ocurridos en piscinas, 2008-2012.

Vía de exposición	Incidentes (Nº)	Frecuencia (%)
Respiratoria	23	56,10
Contacto ocular	9	21,95
Contacto mucosas	6	14,63
Contacto dérmico	2	4,88
No expuestos	3	7,32
No documentadas	11	26,83

Evacuación y medidas de seguridad.

Del total de eventos, al menos en el 87,8 % se requirió la evacuación de bañistas, usuarios y empleados presentes en las instalaciones. Durante el período de investigación se contabilizó un mínimo de 1750 evacuados, lo que equivale a que cada año un promedio de 350 personas son evacuadas de las piscinas por algún incidente químico. Se ordenó el cierre cautelar de las instalaciones en el 43,9% de los incidentes, y en el 9,75% fue necesario establecer una barrera

perimetral de seguridad exterior a la piscina. En 29,2 % (12) de los sucesos se produjo el desalojo de las instalaciones sólo a la llegada de los bomberos o fuerzas de orden público, a pesar de que los usuarios manifestaron síntomas de intoxicación. En cuatro ocasiones la dispersión de las sustancias químicas por el aire provocó la evacuación de residentes en colegios, establecimientos y viviendas próximas a la piscina. La presencia y respuesta de los dispositivos de seguridad y emergencias (fuerzas de orden público, bomberos y ambulancias) fue patente en el 70,7% (29) de los incidentes.

Discusión

Los hallazgos de nuestra investigación indican que los incidentes químicos en piscinas no son inusuales. Aunque no hay estudios comparables, algunos autores informaron 13 incidentes en un intervalo de 5 meses del año 2007 en el Reino Unido [10], frente a 41 ocurridos durante los últimos 5 años en España. El número de personas afectadas por un único incidente puede ser muy reducido, oscilando desde una sola persona hasta cifras alarmantes con más de 80 intoxicados (Asturias, 2010), dependiendo de factores como la dispersión del contaminante, naturaleza, concentración y estado físico de la sustancia química en el área de exposición, número de usuarios expuestos, etc. A pesar de la escasa información disponible, estos datos revelan que los incidentes químicos en piscinas son un problema de gran impacto en salud pública y proporcionan una imagen aproximada sobre la repercusión que puede tener una emergencia asociada con sustancias peligrosas, cuyas consecuencias cobraron cuantiosas víctimas y una pérdida humana, pero también produjeron daños materiales e importantes costes socio-económicos. Ante esta situación sería conveniente que los servicios de salud pública estuvieran alertados no sólo por los efectos potenciales en la salud humana sino también por la producción de afecciones al medio ambiente.

La cantidad de incidentes químicos observados en las piscinas no significa que las instalaciones fuesen inseguras. Analizando la evolución temporal de la razón víctimas/incidentes se pone de manifiesto que las condiciones de seguridad de las piscinas no han empeorado ni han cambiado sustancialmente en el período estudiado.

Los errores humanos fueron la causa que con mayor frecuencia desencadenaron incidentes químicos, corroborando los resultados obtenidos por otros autores [11]. Dentro de los aspectos humanos reconocidos [12] donde se presentan factores que contribuyen a los índices de siniestralidad se encuentran la falta de conocimiento, carga laboral, ausencia de cultura de seguridad o inadecuados equipamientos de trabajo. Estas circunstancias revelan que el riesgo químico en las piscinas puede ser minimizado incidiendo en la mejora de la información y capacitación de los operarios en cuanto a la puesta en práctica de procedimientos de gestión y manipulación de sustancias con un alto grado de peligrosidad. En efecto, en estudios realizados en piscinas se ha probado que cuando los operarios no están debidamente certificados profesionalmente existe un mayor riesgo para la salud pública [13].

Los fallos mecánicos ocuparon la segunda posición de importancia en las causas desencadenantes de los siniestros, lo que sugiere deficiencias o carencias de programas de mantenimiento, un diseño inadecuado de las instalaciones e incluso la falta de tecnologías de control.

Obviamente algunos incidentes químicos son inevitables pero muchas de sus causas pueden prevenirse así como mejorar las

medidas de protección colectiva en las piscinas. En este sentido, puede ser provechoso adoptar por vía reglamentaria la norma UNE-EN 15288, que fija requisitos técnicos para las instalaciones de tratamiento del agua del vaso y para los locales de almacenamiento de productos químicos, estableciendo procedimientos de funcionamiento en caso de emergencias químicas en piscinas [14,15].

Es preocupante que la mayoría de los incidentes estaban asociados a piscinas municipales cuando su censo es netamente inferior al de piscinas privadas o de alojamientos turísticos, lo cual debería alertar a las autoridades administrativas sobre la idoneidad de los medios y recursos invertidos en la gestión de las instalaciones así como trabajar ineludiblemente en la profesionalización del sector de piscinas.

A pesar de las evidentes carencias que poseen las fuentes de datos informales utilizadas, fue posible analizar de forma orientativa los eventos que desencadenaron los incidentes químicos, asignando un valor de frecuencia a cada escenario de secuencias. El incidente desarrollado por un evento de fuga o liberación de sustancia química fue, con diferencia, el más perjudicial. En seis de estos eventos se desconocía el origen de la fuga. El mecanismo nube-gas tóxica formada tras la reacción entre compuestos incompatibles fue el segundo evento más frecuente, normalmente confinado en la sala de máquinas, pero con una enorme capacidad de propagación pudiendo alcanzar largas distancias, ya sea por los conductos de ventilación o por la simple proximidad del local técnico a la zona de baño.

Aun cuando cada incidente químico es un escenario único, aquellos que tienen el mismo tipo de sustancia liberada compartieron numerosas similitudes tales como los efectos en la salud esperados, vía de exposición y medio de dispersión.

Las sustancias químicas habitualmente empleadas en piscinas son bastante conocidas por su peligrosidad, lo que permite anticipar respuestas ante emergencias y acciones de control para neutralizar las sustancias liberadas al medio. La identidad de estos productos químicos es de gran ayuda para priorizar el desarrollo de perfiles toxicológicos que puedan ser utilizados por profesionales de la salud pública para mejorar la atención de emergencias y para desarrollar programas de formación en prevención de riesgos y salud ambiental.

La mayoría de los incidentes ocasionaron víctimas que presentaron síntomas de intoxicación que normalmente se resuelven en pocas semanas [16,17]. No obstante, algunos autores han documentado la aparición a largo plazo de efectos crónicos como reacciones asmáticas, hipersensibilidad bronquial o función pulmonar reducida por la exposición al cloro en piscinas [18,19,20].

En la gran mayoría de las exposiciones químicas fue necesario el soporte de servicios sanitarios así como la presencia de efectivos de las fuerzas de orden público y del cuerpo de bomberos. No se dispone de información sobre los niveles de exposición o del impacto psicológico de los incidentes y las evacuaciones, cuyo máximo exponente alcanzó la cifra de 400 personas en un único incidente. La mayoría de piscinas construidas en España no están dentro del ámbito de aplicación de la legislación sobre autoprotección, pues en su caso deben cumplir con aforos superiores a 20.000 personas en piscinas al aire libre y mayores a 2.000 en edificios cerrados [21]. No obstante, nuestros hallazgos sugieren la implantación de procedimientos en caso de emergencias químicas, al menos en las piscinas municipales.

A pesar de estas preocupaciones, la frecuencia, tipo de escenario, gravedad y consecuencias de los incidentes químicos de piscinas en España no se documentan sistemáticamente, los datos son incompletos y están dispersos según competencias administrativas,

lo que hace difícil su recopilación, integración y análisis.

La Comunidad internacional, a través de la Asamblea Mundial de la Salud, ha reconocido la necesidad de fortalecer la vigilancia de los incidentes químicos [22]. La vigilancia continuada de incidentes en piscinas asociados con sustancias químicas representa una oportunidad para comprender los factores causales, divulgar las lecciones aprendidas y transformar los errores cometidos en actuaciones seguras. Para ello el desarrollo de un sistema coordinado de vigilancia y registro de incidentes químicos puede resultar de gran utilidad en los procesos de toma de decisión en salud pública, avanzando hacia una gestión más efectiva por parte de empresas y administraciones competentes.

Los resultados de nuestra investigación marcan un punto de partida para la planificación de actividades preventivas en caso de incidentes químicos con serio impacto en la salud pública vinculados a piscinas de uso colectivo.

Limitaciones del estudio

La notificación de incidentes químicos en piscinas no es obligatoria y las fuentes de información varían por Organismos y territorialmente. Por las propias características de las fuentes disponibles y la ausencia de bases de datos específicas, son escasas las reseñas sobre el nivel de exposición, sintomatología, sexos, grupos de edad e historia clínica, necesarias para alcanzar conclusiones más robustas. Evidentemente muchos de los eventos que propiciaron los incidentes podrían haberse detallado más en caso de haber dispuesto de información de mejor calidad.

La información recopilada no refleja exhaustivamente los incidentes ocurridos en piscinas en todo el país, las fuentes periodísticas a menudo presentan datos incompletos e imprecisos, y es probable que los incidentes menores que no requieren la intervención de servicios sanitarios y/o de emergencias sean subestimados por los medios de comunicación.

No obstante, la información recabada a partir de fuentes informales tiene como ventaja su fácil localización y rápida recopilación, ofreciendo un diagnóstico general certero de lo que ocurre en España con relación a las consecuencias en salud pública asociadas a incidentes con sustancias químicas empleadas en las piscinas. El análisis histórico de incidentes aporta una primera aproximación a los peligros químicos más habituales, frente a la visión demasiado conservadora que suelen mostrar las estadísticas oficiales u otras fuentes de datos formales.

Bibliografía

1. Federación de Asociaciones de fabricantes de equipos y constructores de Piscinas, saunas y Spas (2011). Estudio base de mercado sectorial de piscinas en España. Barcelona. FAPS. 1-14. (Actualizado el 25/01/2013) Disponible en: <http://www.firabcn.es>
2. Almagro Nievas D, Acuña Castillo R, Hernández Jerez A et al (2008) Investigación de un brote respiratorio agudo por exposición a cloro gas en una piscina pública. Gac Sanit 22: 287-90.
3. Bonetto G, Corradi M, Carraro S et al (2006) Longitudinal monitoring of lung injury in children after acute chlorine exposure in a swimming pool. Amer J Resp Med Crit Care Med 174: 545-49.

4. Helenius I, Ryttilä P, Sarna S, Lumma A, Helenius M, Remes V, Haahtela T (2002) Effect of continuing or finishing high-level sports on airway inflammation, bronchial hyperresponsiveness, and asthma: a 5-year prospective follow-up study of 42 highly trained swimmers. *J Allergy Clin Immunol* 109: 962-8.
5. Carol Llopart S (2001) Una nueva metodología para la predicción de la gravedad en los accidentes industriales aplicando el análisis histórico. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona. pp. 289.
6. Cullinan P (2002) Epidemiological assessment of health effects from chemical incidents. *Occup Environ Med* 59: 568-572.
7. Torrecillas Lacave T, Cabezuelo Lorenzo F (2012) Nuevas tendencias en la prensa digital: el modelo de integración social media. XIII Congreso de periodismo digital. Asociación de periodistas de Aragón. Huesca. pp. 361.
8. Smith A (2009) The internet's role in campaign 2008. Pew internet & american life proyect. Washington DC. pp 92. (Actualizado: 31/01/2013). Disponible en: <http://www.pewinternet.org/Reports/2009/6--The-Internets-Role-in-Campaign-2008/3-The-Internet-as-a-Source-of-Political-News/3--Media-sources.aspx?r=1>.
9. Ronza A, Félez S, Darbra RM, Carol S, Vilchez JA, Casal J (2003) Predicting the frequency of accidents in port areas by developing event tree from historical analysis. *Journal of loss prevention in the process industries* 16: 551-60.
10. Thomas HL, Murray V (2008) Review of acute chemical incidents involving exposure to chlorine associated with swimming pools in England and Wales, June-October 2007. *J Public Health (Oxf)* 30: 391-7.
11. Wattigney WA, Kaye WE, Orr MF (2007) Acute hazardous substance releases resulting in adverse health consequences in children: Hazardous Substances Emergency Events Surveillance system, 1996-2003. *J Environ Health* 70:17-24.
12. Cruz-Guerra C, García-Pineda R, Monroy-Caudillo S, Cruz-Guerra F, Vázquez López J, Cruz-Gómez JM (2000) Análisis de riesgos de procesos (ARP): Un esquema de mejora de la técnica HazOp. *Tecnol. Ciencia Ed. (IMIQ)* 15:49-60.
13. Buss BF, Safranek TJ, Magri JM, Török TJ, Beach MJ, Foley BP (2009) Association between swimming pool operator certification and reduced pool chemistry violations--Nebraska, 2005-2006. *J Environ Health* 71: 36-40.
14. Asociación Española de Normalización y Certificación (2009) Piscinas. Parte 1: Requisitos de seguridad para el diseño. UNE-EN 15288-1:2009. AEN/CTN 147, AENOR. Madrid. pp. 26.
15. Asociación Española de Normalización y Certificación (2009) Parte 2: Requisitos de seguridad para el funcionamiento. UNE-EN 15288-2:2009. AEN/CTN 147, AENOR. Madrid. pp. 34.
16. Leroyer C, Malo JL, Infante-Rivard C, Dufour JG, Gautrin D (1998) Changes in airway function and bronchial responsiveness after acute occupational exposure to chlorine leading to treatment in a first aid unit. *Occup Environ Med* 55: 356-359.
17. Agabiti N, Ancona C, Forastiere F, Di Napoli A, Lo Presti E, Corbo GM, D'Orsi F, Perucci CA (2001) Short term respiratory effects of acute exposure to chlorine due to a swimming pool accident. *Occup Environ Med*. 58: 399-404.
18. Babu RV, Cardenas V, Sharma G (2008) Acute respiratory distress syndrome from chlorine inhalation during a swimming pool accident: a case report and review of the literature. *J Intensive Care Med* 23: 275-80.
19. Thickett KM, McCoach JS, Gerber JM, Sadhra S, Burge PS (2002) Occupational asthma caused by chloramines in indoor swimming-pool air. *Eur Respir J* 19: 827-832.
20. Schwartz DA, Smith DD, Lakshminarayan S (1990) The pulmonary sequelae associated with accidental inhalation of chlorine gas. *Chest* 97: 820-825.
21. Ministerio del Interior (2003) Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicadas a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia. *Boletín Oficial del Estado* 72 (24-03): 12841-50.
22. Olowokure B, Pooransingh S, Tempowski J, Palmer S, Meredith T (2005) Global surveillance for chemical incidents of international public health concern. *Bulletin of the World Health Organization* 83 Dec (12).