

Avance online de artículo en prensa

Descontaminación cutánea y ocular en las exposiciones a productos químicos

Santiago Nogué Xarau¹ y Montserrat Amigó Tadin²

OBJETIVO. Las consultas a urgencias por una exposición cutánea u ocular a productos químicos (PQ) son una realidad cotidiana. El objetivo de esta revisión es describir la evidencia sobre la que se basa la descontaminación cutánea y ocular en estas incidencias e identificar el agente o método de descontaminación que hayan mostrado más eficacia en términos de reducción de toxicidad y ausencia de efectos secundarios.

MATERIAL Y MÉTODOS. Se ha seguido la norma PRISMA. Se realizó una búsqueda de documentos en dos bases de datos, PubMed y ISI Web of Knowledge, con la siguiente expresión: ("skin decontamination" OR "ocular decontamination") AND ("chemical exposure" OR "chemical agents"). En una segunda fase se realizó otra búsqueda más específica con el fin de identificar documentos referentes al uso de diphoterine o hexafluorine, y para lo que se introdujo la expresión: ("Diphoterine" OR "Hexafluorine" AND "skin decontamination" OR "ocular decontamination" OR "chemical exposure" OR "chemical agents"). La misma estrategia se utilizó con el buscador de dos revistas españolas del ámbito de la medicina de Urgencias, Emergencias y Revista Española de Urgencias y Emergencias, introduciendo las mismas palabras clave en español.

RESULTADOS. Se identificaron inicialmente 392 documentos. Tras aplicar los criterios de exclusión se evaluaron 44 de ellos. La retirada de la ropa contaminada y el inicio inmediato de la descontaminación son las medidas universalmente más aceptadas. Los PQ en forma sólida se descontaminan mejor con raspado o cepillado. En las formas líquidas, el agua es el descontaminante de elección. Los agentes liposolubles se descontaminan mejor con agua y jabón. Tras una exposición a armas químicas (AQ), las maniobras iniciales han de ser la retirada de la ropa y la descontaminación en seco. Descontaminantes específicos como diphoterine o hexafluorine tienen estudios de baja evidencia, aunque algunos muestran resultados más favorables que el uso de agua.

CONCLUSIONES. La descontaminación precoz sigue siendo el factor determinante en la reducción de lesiones tras una exposición química. La descontaminación seca es muy eficaz con productos sólidos y AQ. Con PQ líquidos, el agua o el agua con jabón son las opciones más efectivas y accesibles.

Palabras clave: Descontaminación cutánea. Descontaminación ocular. Producto químico. Quemadura química. Arma química.

Skin and eye decontamination after exposure to chemical agents

OBJECTIVE. Emergency Department visits due to skin or ocular exposure to chemical agents (CAs) are now part of everyday life. The aim of this review is to describe the evidence supporting the practice of skin and ocular decontamination following these incidents and identify the most effective decontamination agent or method in terms of toxicity reduction and absence of side effects.

MATERIAL AND METHODS. We followed the general guidelines of the PRISMA standard. A document search was conducted across 2 databases (PubMed and ISI Web of Knowledge) using the following keywords: ("skin decontamination" OR "ocular decontamination") AND ("chemical exposure" OR "chemical agents"). In a second phase, a more specific search was conducted to identify documents referencing the use of diphoterine or hexafluorine, with the following keywords: ("Diphoterine" OR "Hexafluorine" AND "skin decontamination" OR "ocular decontamination" OR "chemical exposure" OR "chemical agents"). The same strategy was applied using the search engines of 2 Spanish journals devoted to emergency medicine (EMERGENCIAS and REUE), introducing the same keywords in Spanish.

RESULTS. Initially, a total of 392 documents were identified, but after applying the exclusion criteria only 44 documents were eventually evaluated. The removal of contaminated clothing and the immediate initiation of decontamination are the most universally accepted measures. Solid CAs are best decontaminated by scraping or brushing. For liquid forms, water is the decontaminant of choice. Lipid-soluble agents are better decontaminated with water and soap. After exposure to chemical weapons (CWs), initial measures should include the removal of clothing and dry decontamination. Although low-quality evidence studies surround specific decontaminants, such as diphoterine or hexafluorine, some show more favorable results vs water.

CONCLUSIONS. Early decontamination remains the key factor in reducing injuries after chemical exposure. Dry decontamination is highly effective with solid products and CWs. For liquid CAs, water or water with soap are the most effective and accessible options.

Keywords: Skin decontamination, Ocular decontamination, Chemical agent, Chemical burn, Chemical weapon.

Filiación de los autores: ¹Fundación Española de Toxicología Clínica, España. ²Área de Urgencias, Hospital Clínic de Barcelona, España.

Correspondencia: Santiago Nogué Xarau. Fundación Española de Toxicología Clínica, España.

Información del artículo: Recibido: 12-11-2024. Aceptado: 31-1-2025. Online: 20-2-2025.

Editor responsable: Guillermo Burillo-Putze.

DOI: Xxxxxxx

Introducción

La exposición a productos químicos (PQ) es un riesgo en diversos entornos, como los industriales, agrícolas y domésticos, y un motivo de consulta a los servicios de urgencias hospitalarios (SUH)^{1,2}. Según el Programa Español de Toxicovigilancia que recoge las características de los pacientes atendidos en SUH por haberse expuesto a PQ, el contacto ocular o cutáneo representa el 9,64% de las vías de exposición a estos agentes³.

Las consecuencias de estas exposiciones pueden ser importantes. En primer lugar, a nivel local, ya que en función de las características fisicoquímicas del PQ, puede producirse desde una irritación leve y transitoria (dermatitis, queratoconjuntivitis) hasta diversos grados de quemadura, con los correspondientes signos y síntomas. Sobre la piel, los PQ pueden dar lugar a quemaduras profundas y dejar secuelas irreversibles como cicatrices permanentes, y sobre los ojos pueden inducir graves lesiones corneales con reducción de la agudeza visual e incluso la perforación ocular con pérdida irreversible de la visión⁴. En segundo lugar, a nivel sistémico porque, en función de su liposolubilidad, se pueden absorber a través de la piel y dar lugar a toxicidad en diversos órganos y sistemas y, también, porque algunos de ellos pueden quelar iones, como el calcio y el magnesio, lo que puede condicionar trastornos electrolíticos graves con manifestaciones cardiovasculares que podrían llevar a la parada cardíaca y a la muerte⁵.

Está admitido como norma general que una descontaminación cutánea y/o ocular (DECO) puede ser efectiva para minimizar los daños en los individuos expuestos, pero existe controversia sobre el periodo ventana en el cual puede ser útil la descontaminación y, en particular sobre cuál o cuáles son los mejores descontaminantes y métodos de aplicación para reducir con eficacia y seguridad los daños causados por los PQ. Diversos métodos de descontaminación han sido utilizados para mitigar las consecuencias de estas exposiciones y entre ellos se encuentran el lavado con agua o con agua y jabón, la irrigación con soluciones salinas o agentes específicos de descontaminación como el polietilenglicol en las exposiciones al fenol⁶ o el diphoterine tras el contacto con corrosivos⁷, así como el uso de sustancias adsorbentes como la tierra de Fuller⁸. La efectividad de estos métodos puede variar considerablemente según las características del PQ, dosis de contacto, duración de la exposición, tiempo transcurrido hasta la intervención terapéutica y agente utilizado para descontaminar. Aunque existen múltiples guías y protocolos para la DECO, la evidencia científica disponible es a menudo de baja calidad y, hoy en día, todavía existe notable controversia sobre el método o métodos más eficaces.

El objetivo de esta revisión es describir la evidencia científica sobre la que se basa la DECO tras la exposición a PQ, identificar los agentes que se han mostrado como más eficaces y seguros para realizarla en términos de reducción de toxicidad, menor tiempo de recuperación y ausencia de efectos secundarios, así como constatar cuál es el mejor método para aplicarlos.

Materiales y métodos

Para realizar esta revisión se han seguido las líneas generales recomendadas por la normativa PRISMA. Durante los meses de junio-septiembre de 2024 se realizó una búsqueda de documentos en la base de datos PubMed y en el ISI Web of Knowledge, para lo que se introdujo en sus respectivos motores de búsqueda la siguiente expresión: ("skin decontamination"[Title/Abstract] OR "ocular decontamination"[Title/Abstract]) AND ("chemical exposure"[Title/Abstract] OR "chemical agents"[Title/Abstract]). En una segunda fase se realizó una búsqueda más específica con el fin de localizar documentos que hiciesen referencia al uso de diphoterine o hexafluorine en la práctica clínica, por parecer ser unos productos específicos para la exposición cutánea u ocular a corrosivos y ser objeto de controversia la demostración de su eficacia. En este caso se introdujo en las mismas bases de datos la siguiente expresión: ("Diphoterine"[Title/Abstract] OR "Hexafluorine"[Title/Abstract] AND ("skin decontamination"[Title/Abstract] OR "ocular decontamination"[Title/Abstract] OR "chemical exposure"[Title/Abstract] OR "chemical agents"[Title/Abstract])). La misma estrategia se utilizó con dos revistas españolas del ámbito de la medicina de urgencias (Emergencias y Revista Española de Urgencias y Emergencias), introduciendo las mismas palabras clave en español. La búsqueda de documentos se limitó a los publicados en los últimos 25 años (2000-2024).

De los documentos encontrados se excluyeron los que solo hacían referencia a la descontaminación *in vitro* o con animales de laboratorio. También se excluyó la contaminación cutánea u ocular por armas biológicas (toxina botulínica, ricina, etc.), virus o bacterias, así como cualquier documento que no se refiriese a la DECO por exposición a PQ. También se excluyeron los trabajos con formato de carta al director y los proyectos de investigación sin presentación de resultados, así como los documentos que no fuesen de acceso libre en sus respectivas revistas o editoras, o que no estuviesen disponibles en las tres bibliotecas electrónicas consultadas (Universidad de Barcelona, Servicio Canario de la Salud y Biblioteca Balear) o aquellos que a texto completo estuviesen redactados en otros idiomas que no fuesen español, inglés o francés.

De los documentos finalmente seleccionados se valoraron los sujetos objeto del estudio (número de pacientes, circunstancias de la contaminación), los detalles de la intervención (tipo de descontaminante), resultados obtenidos (mejoría subjetiva, duración de las manifestaciones, secuelas, mortalidad), efectos secundarios atribuibles al descontaminante, conclusiones del estudio, nivel de evidencia, grado de recomendación y declaración de conflicto de intereses.

La evaluación del nivel de evidencia de cada trabajo se basó en los criterios del *Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN)*⁹ y para establecer el grado de recomendación del tratamiento se partió de la ofrecida por el *U.S. Preventive Services Task Force (USPSTF)*¹⁰ (Tabla 1). Las catalogaciones de los artículos seleccionados fueron consensuadas por los autores de esta revisión, al igual que el resto de la metodología.

Tabla 1. Clasificación del nivel de evidencia científica del documento y del grado de recomendación del tratamiento propuesto

Nivel de evidencia	
1++	Metaanálisis de gran calidad, revisiones sistemáticas de ensayos clínicos aleatorizados o ensayos clínicos aleatorizados con muy bajo riesgo de sesgos.
1+	Metaanálisis bien realizados, revisiones sistemáticas de ensayos clínicos aleatorizados o ensayos clínicos aleatorizados con bajo riesgo de sesgos
1-	Metaanálisis, revisiones sistemáticas de ensayos clínicos aleatorizados o ensayos clínicos aleatorizados con alto riesgo de sesgos.
2++	Revisiones sistemáticas de alta calidad de estudios de cohortes o de casos y controles, o estudios de cohortes o de casos y controles de alta calidad, con muy bajo riesgo de confusión, sesgos o azar y una alta probabilidad de que la relación sea causal.
2+	Estudios de cohortes o de casos y controles bien realizados, con bajo riesgo de confusión, sesgos o azar y una moderada probabilidad de que la relación sea causal.
2-	Estudios de cohortes o de casos y controles con alto riesgo de confusión, sesgos o azar y una significativa probabilidad de que la relación no sea causal.
3	Estudios no analíticos (observaciones clínicas y series de casos).
4	Opiniones de expertos. Revisiones no sistemáticas.
Grado de recomendación	
A	Extremadamente recomendable (buena evidencia de que la medida es eficaz y los beneficios superan ampliamente a los perjuicios).
B	Recomendable (al menos moderada evidencia de que la medida es eficaz y los beneficios superan a los perjuicios).
C	Ni recomendable ni desaconsejable (al menos moderada evidencia de que la medida es eficaz, pero los beneficios son muy similares a los perjuicios y no puede justificarse una recomendación general).
D	Desaconsejable (al menos moderada evidencia de que la medida es ineficaz o de que los perjuicios superan a los beneficios).
E	Evidencia insuficiente, de mala calidad o contradictoria, y el balance entre beneficios y perjuicios no puede ser determinado.
Conflicto de intereses que pueda afectar a la independencia de los autores.	

Resultados

La estrategia de búsqueda identificó 392 documentos (Figura 1), de los cuales 117 fueron localizados por PubMed, 267 por el ISI Web of Knowledge, 7 por el buscador de Emergencias y uno por el buscador de la Revista Española de Urgencias y Emergencias. Se excluyeron 319 de estos documentos por no cumplir alguno de los criterios de inclusión, siendo las causas más frecuentes los estudios realizados *in vitro* (n = 169), los realizados con animales (n = 66), los relativos a contaminación no química (n = 38), los proyectos de investigación sin resultados (n = 7), los que tenían un formato de carta al director (n = 13), los relacionados con la descontaminación digestiva (n = 3), o por otras causas como una revista inaccesible a los medios electrónicos utilizados (n = 2), texto completo en algún idioma no incluido en los criterios de esta revisión (n = 6) u otros motivos (n = 15), por lo que quedaron 73 documentos. De ellos, 29 estaban duplicados y fueron también excluidos, por lo que el número final de documentos analizados fue de 44, de los cuales 7 eran revisiones sistemáticas, 16 revisiones no sistemáticas, 12 series de casos, 6 cohortes prospectivas y 3 con un solo *case report*.

Los 44 documentos finalmente incluidos (Tabla 2) son unánimes en la importancia de que tras una exposición por vía cutánea se retire de inmediato la ropa contaminada

y se inicie la descontaminación lo antes posible e idealmente antes de los 3 minutos. A partir de ahí, las estrategias pueden variar. Para los productos sólidos hay también coincidencia en iniciar a continuación la “descontaminación seca”, es decir, el arrastre del PQ con una espátula de madera, un cepillo suave o similar, seguido por la absorción o adsorción del contaminante con una toalla, gasas, papel de rolo, compresas para incontinencia, etc.

En el caso de un incidente con armas químicas (AQ), el agente será posiblemente un “gas” que habrá impregnado la piel. Un reciente estudio a gran escala con voluntarios sanos y discapacitados ha mostrado que, en incidentes con múltiples víctimas, la maniobra inicial más eficaz en el ámbito prehospitalario es el desvestido del paciente y la “descontaminación seca” utilizando papel enrollado, toallas o compresas. El paso siguiente, en cuanto estuviera disponible, es la “descontaminación húmeda” con el sistema de tuberías en escalera que consiste en estacionar en paralelo dos camiones de bomberos y crear un corredor central en el que se introduce una niebla de agua de alto volumen y baja presión por el que discurre el contaminado autónomo durante unos 15 segundos, mientras otro camión con escalera rocía agua desde la parte superior. El tercer y último paso es la “descontaminación técnica”, en la que el paciente es rociado con agua templada a través de seis boquillas durante 90 segundos, mientras se limpia con un paño impregnado de champú para bebés. Esta cadena de tres maniobras consigue la máxima eficacia descontaminadora y cobra especial importancia en los incidentes con múltiples víctimas y en los que bomberos y servicios de emergencias médicas tienen también un papel crucial. En todos los casos, el personal que ayude a realizar esta descontaminación debe usar un equipo de protección individual (EPI) adaptado al riesgo químico. Todas estas recomendaciones son directrices federales en los EE.UU. para la descontaminación masiva de víctimas durante la respuesta inicial a un incidente químico¹¹. Otros autores simplifican el proceso, tras la retirada de la ropa, a una descontaminación con agua y jabón durante un mínimo de 3-5 minutos, procedimiento que también podría indicarse a los pacientes que lleguen espontáneamente a los hospitales.

Cuando el PQ que contacta con la piel es líquido y, muy especialmente, si tiene capacidad cáustica, la descontaminación con agua muy abundante y aplicada al instante, o por lo menos antes de los 3 minutos, es vital para intentar prevenir las lesiones y las secuelas. Con PQ no corrosivos, el agua abundante aplicada de forma inmediata es también eficaz y cuanto más liposoluble sea el agente, más importante es que participe el jabón en este proceso. La descontaminación seca no se recomienda para corrosivos, contaminantes biológicos o radioactivos.

En los casos de contaminación ocular es particularmente importante la actuación inmediata dado el alto riesgo de que se comprometa la agudeza visual, siendo el agua corriente el descontaminante más disponible y económico, coincidiendo varios estudios en que es la maniobra inicial de elección. Si es el caso, deben retirarse las lentillas de

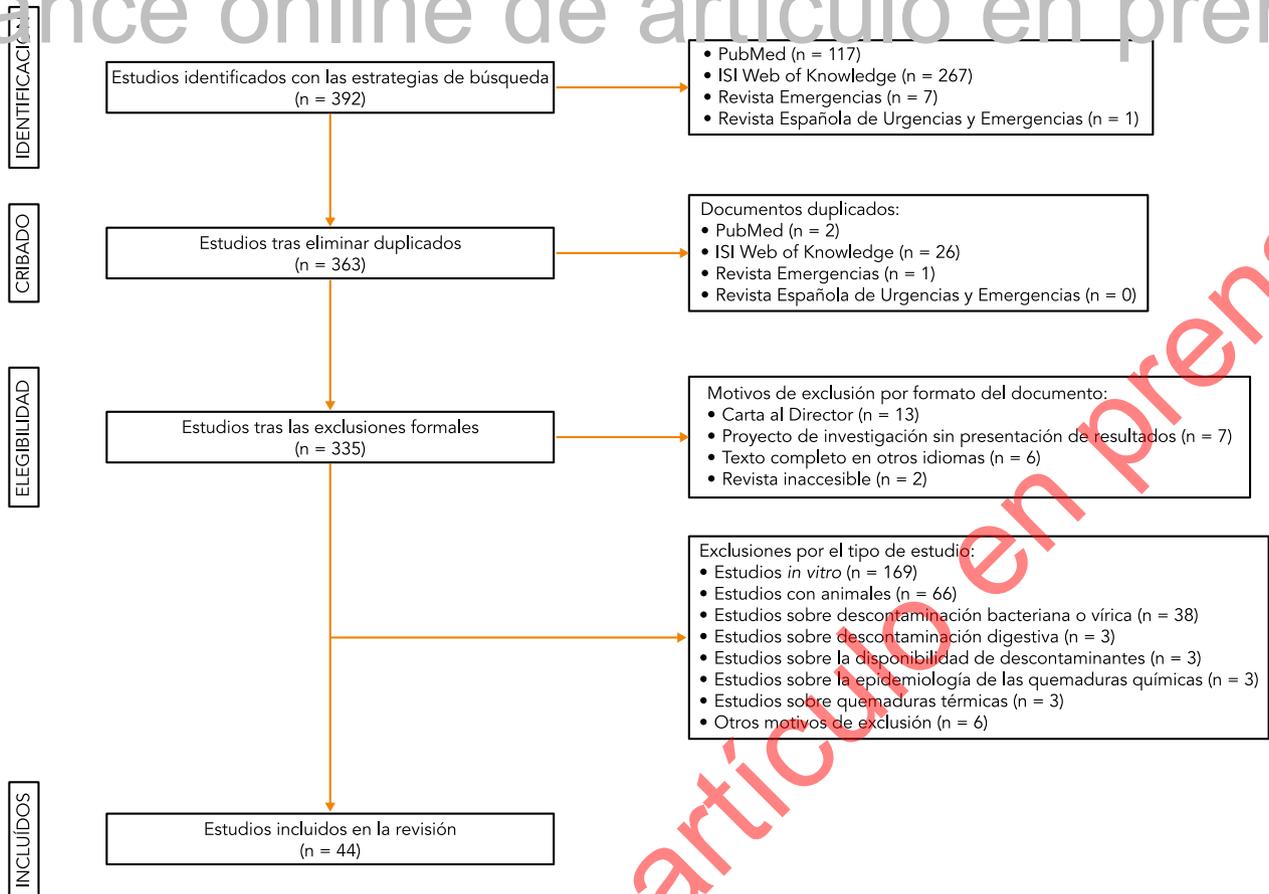


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de selección de los documentos.

contacto. Si no comporta un retraso en el inicio de la descontaminación, algunos autores abogan por usar suero fisiológico (solución de NaCl al 0,9%), Ringer-lactato o una solución salina balanceada, por ser mejor toleradas y/o por contribuir a disminuir el dolor y normalizar el pH, sin que la potencia de los estudios presentados permita decantarse por estas últimas opciones. En todos los casos, esta descontaminación ocular debe mantenerse al menos 20 minutos.

Para mejorar la eficacia de la descontaminación se ha propuesto el uso de algunos descontaminantes específicos, como el diphoterine, el hexafluorine o la loción RSDL (*reactive skin decontamination lotion*). Entre los documentos incluidos en esta revisión, 23 de ellos hacen referencia al uso de diphoterine, de los cuales 8 presentan conflicto de intereses. De los otros 15, la mayoría tienen un bajo nivel de evidencia (grado 3 o 4). En una serie con 156 casos, los pacientes expuestos a productos cáusticos o espráis de defensa personal y en los que se usó diphoterine, tuvieron una mejoría significativa de los síntomas iniciales en comparación con el agua, aunque ello no tuvo impacto en la evolución posterior.

Hay 5 revisiones sistemáticas que incluyen una evaluación del diphoterine; en una de ellas se concluye que ante la ausencia de efectos secundarios y su eficacia probablemente superior a la del agua, se utilice diphoterine si está disponible de forma inmediata; en otra revisión se indica que es más eficaz que el agua para mejorar el tiempo de

curación, prevenir secuelas y controlar el dolor de las quemaduras químicas, pero se reconoce que los estudios en humanos son deficientes desde el punto de vista metodológico. Otra revisión centrada en la descontaminación ocular no da ventaja al diphoterine respecto al agua. En otro trabajo de revisión no se mostraban diferencias entre el diphoterine y el agua respecto a la profundidad de la quemadura química, pero el diphoterine parece asociarse a menos dolor. Finalmente, en otra revisión se reconoce el rol que podría tener el diphoterine en los puestos de trabajo donde las quemaduras químicas son frecuentes, ya que puede mejorar la recuperación. En ninguna de las publicaciones se han descrito efectos secundarios del diphoterine.

En el caso del hexafluorine, descontaminante propuesto para la contaminación por ácido fluorhídrico, de los cuatro documentos que lo citan, la mitad tienen conflicto de intereses y los otros dos son de un bajo nivel de evidencia (grado 4), por lo que no es posible llegar a una conclusión sobre el mismo, aunque ambos muestran efectos favorables. Tampoco se han descrito efectos secundarios por su utilización.

La loción RSDL, es contemplada por su utilidad descontaminante en el ámbito militar para los incidentes con AQ. Se ha evaluado este producto en dos revisiones no sistemáticas, una de las cuales confirmaría la citada indicación por su eficacia superior al agua, la lejía o los adsorbentes secos.

Tabla 2 Característica de los estudios incluidos en la revisión

Autor (año)	Tipo de estudio	Población diana	N/EI	PQ. Vía exposición	Descontaminante evaluado	Resultados	NE	GR	Comentarios
Alexander (2018) ³³	Revisión sistemática.	NP	13 estudios	PQ diversos. Exposición cutánea y ocular.	Diphoterine.	Algunos estudios clínicos muestran menos lesiones, menos síntomas, mayor reducción del dolor y más rápida normalización del pH al usar diphoterine vs agua o la solución salina.	2++	B	No hay evidencia de que diphoterine tenga efectos adversos. Como probablemente es más eficaz que el agua, se sugiere que si diphoterine está disponible de forma inmediata, se utilice.
Amigó (2016) ³⁴	Serie de casos.	Agresiones con espráis de defensa personal.	15 pacientes.	Espráis de defensa personal. Exposición cutánea y ocular.	Agua vs diphoterine.	Mejoría sintomática con diphoterine.	3	C	El diseño del estudio no permite concluir que el lavado con diphoterine sea superior al agua.
Amigó (2024) ³⁵	Serie de casos.	Accidentes domésticos y laborales, y agresiones.	156 pacientes.	PQ diversos. Exposición cutánea y ocular.	Agua vs diphoterine.	En la exposición a cáusticos o espráis de defensa personal, hay una mejoría significativa de los síntomas iniciales al usar diphoterine vs agua.	3	B	El uso de diphoterine no tiene impacto en la necesidad de ingreso o en la presentación de secuelas.
Amlöt (2017) ³⁶	Cohorte prospectiva.	Voluntarios sanos.	20 voluntarios.	Salicilato de metilo (AQ simulada). Exposición cutánea.	Descontaminación seca (papel absorbente en rollo vs compresas para incontinencia).	Evacuación rápida, desnudar al paciente y descontaminar son las actuaciones más eficaces contra las AQ. El secado y el frotado presionando con papel o compresas es la medida más eficaz.	2+	B	Una guía con normas para realizar la descontaminación mejora su efectividad. La descontaminación seca no se recomienda para cáusticos, contaminación biológica o radiactiva.
Atley (2015) ³⁷	Revisión no sistemática.	NP	NP	Ácido fluorhídrico. Exposición ocular.	Hexafluorine.	Algunos casos clínicos con evolución favorable sugieren la eficacia de hexafluorine.	4	C	Los servicios de urgencias podrían beneficiarse de la disponibilidad de hexafluorine.
Brent (2013) ³⁸	Revisión no sistemática.	NP	NP	PQ diversos. Exposición dérmica.	Agua.	El agua es la mejor solución descontaminante.	4	B	El agua ha demostrado su eficacia en ensayos clínicos, está muy disponible y es económica.
Chai (2022) ³⁹	Revisión sistemática.	Accidentes domésticos y laborales.	14 documentos.	PQ diversos. Exposición cutánea.	Diversos métodos, incluyendo diphoterine.	Hay evidencia que apoya la irrigación precoz con agua fría para reducir la duración de la estancia en el hospital y la formación de cicatrices.	2++	B	Diphoterine debe estar fácilmente disponible en los lugares de trabajo donde sean posibles las quemaduras químicas, ya que puede mejorar la recuperación.
Chan (2013) ⁴⁰	Revisión no sistemática.	NP	NP	PQ diversos. Exposición cutánea.	Diversos.	En salpicaduras por PQ líquidos, agentes biológicos o radioactivos: desvestir al paciente y lavado con agua abundante (± jabón). En caso de productos sólidos, raspar con un depresor de madera.	4	B	Características del buen descontaminante: Eficacia, disponibilidad, rapidez de acción, que no facilite la penetración cutánea, eliminación fácil sin residuos, inocuo para la piel y asequible económicamente.
Chau (2012) ⁴¹	Revisión sistemática.	NP	4 estudios	PQ diversos. Exposición ocular.	Diversos métodos	La irrigación inmediata con agua del grifo obtiene los mejores resultados.	2++	B	Con la solución salina normal (con o sin bicarbonato añadido), Ringer lactato, BSS Plus o diphoterine también se obtienen buenos resultados.
Chilcott (2019) ⁴²	Cohorte prospectivo.	Voluntarios sanos o con discapacidad.	86 personas	Salicilato de metilo (AQ simulada). Exposición cutánea.	Retirada de la ropa y DS vs descontaminación húmeda vs descontaminación técnica.	La combinación más efectiva es la DS + descontaminación por tuberías en escalera + descontaminación técnica. Le siguió en eficacia la simple DS (previa retirada de ropa).	2++	A	La retirada de la ropa y la DS son las medidas prioritarias, en espera de poder complementarla con una descontaminación húmeda y una descontaminación técnica.

(Continuación)

Tabla 2. Característica de los estudios incluidos en la revisión (Continuación)

Autor (año)	Tipo de estudio	Población diana	N/EI	PQ. Vía exposición	Descontaminante evaluado		NE	GR	Comentarios
Delice (2023) ⁴³	Caso clínico.	Accidente laboral.	1 paciente.	Asfalto. Exposición cutánea.	Aceite de girasol.	Aparente eficacia como descontaminante.	3	E	Método eficaz, seguro, accesible y económico.
Dinesen (2023) ⁴⁴	Revisión sistemática.	9 estudios.	Orígenes diversos.	PQ diversos. Exposición cutánea y ocular.	Diphoterine.	Un estudio no mostró diferencias en la profundidad de las quemaduras entre el grupo diphoterine vs grupo control. Tres estudios hallaron una disminución del dolor más pronunciada al usar diphoterine vs grupo control.	2++	B	Esta revisión no informa de ninguna diferencia entre diphoterine y agua en la profundidad de la quemadura.
Donoghue (2010) ⁴⁵	Serie de casos.	Accidentes laborales.	180 pacientes.	PQ alcalinos. Exposición cutánea.	Diphoterine.	La aplicación inicial de diphoterine se asoció a resultados significativamente mejores vs agua.	3	D	No.
Dorandeu (2023) ⁴⁶	Revisión no sistemática	NP	NP	AQ (agentes nerviosos OF). Exposición cutánea.	Descontaminación húmeda (agua) vs descontaminación seca (compresas) vs productos específicos (RSDL).	Prioritaria la descontaminación seca (material absorbente o adsorbente). Posibilidad de descontaminación en AQ-OF con la RSDL.	4	B	Desvestir siempre al paciente y descontaminación precoz. Descontaminación húmeda en caso de corrosivos. Descontaminación hospitalaria con agua y jabón.
Hall (2009) ⁴⁷	Revisión no sistemática.	NP	NP	PQ diversos. Exposición cutánea y ocular.	Diphoterine.	Ausencia de efectos adversos al usar diphoterine.	4	E	Conflicto de intereses.
Hall (2006) ⁴⁸	Revisión no sistemática.	NP	NP	PQ diversos. Exposición cutánea y ocular.	Agua.	El agua reduce la gravedad de la quemadura química. Una solución neutralizante (quelante, polivalente, anfótera, hipertónica) debería ser evaluada.	4	E	Conflicto de intereses.
Hall (2018) ⁴⁹	Revisión no sistemática.	NP	NP	PQ. Exposición cutánea.	Diphoterine vs agua.	Varios trabajos asocian el uso de diphoterine a una mayor reducción del dolor y de las secuelas.	4	E	Conflicto de intereses.
Hall (2002) ⁵⁰	Revisión no sistemática.	NP	NP	PQ diversos. Exposición cutánea y ocular.	Diphoterine.	Diphoterine es más eficaz que el agua para descontaminar.	4	E	Conflicto de intereses.
Houston (2005) ⁵¹	Revisión no sistemática.	NP	NP	AQ. Exposición cutánea y ocular.	Diversos.	Los sólidos se eliminan con un cepillo suave o una toalla, y la piel se lava con abundante agua tibia y jabón durante ≥ 5-6 min. Para los ojos: agua o solución salina durante 20 minutos.	4	B	La medida más eficaz es desvestir al paciente (evitar estirar o rasgar la ropa; mejor cortar). Quitar las lentes de contacto. No omitir los equipos de protección personal.
Huang (2020) ⁵²	Serie de casos.	Consultas al Centro de Información Toxicológica de Taiwán.	29 pacientes.	TMAH. Exposición cutánea.	Diphoterine.	Diphoterine aplicado en el puesto de trabajo, reduce la toxicidad local y sistémica.	3	E	Conflicto de intereses.
Karimkhani (2014) ⁵³	Revisión no sistemática.	NP	NP	Derivados del petróleo. Exposición cutánea.	Agua y jabón vs solventes lipofílicos no polares derivados del petróleo.	Los solventes lipofílicos derivados del petróleo, como el sulfosuccinato de dioctilo, son los mejores descontaminantes.	4	E	No disponibilidad de este tipo de descontaminante en la práctica clínica.
Kashetsky (2022) ⁵⁴	Revisión sistemática.	NP	10 documentos.	PQ diversos. Exposición cutánea.	Agua.	Todos los estudios que utilizan agua, agua y jabón, o isopropanol muestran resultados incompletos de eficacia.	2++	B	Los PQ hidrosolubles se eliminan mejor con agua o con agua y jabón, mientras los liposolubles requieren agua y jabón.
Keir (2023) ⁵⁵	Cohorte prospectiva.	Voluntarios sanos.	88 voluntarios.	HAP. Exposición cutánea.	Toallitas, detergente y agua.	Reducción significativa de los HAP en la piel descontaminada con agua y jabón vs controles.	2+	B	No hay reducción de metabolitos urinarios de HAP entre descontaminados y controles.

(Continuación)

Tabla 2 Característica de los estudios incluidos en la revisión (continuación)

Autor (año)	Tipo de estudio	Población diana	N/EI	PQ. Vía exposición	Descontaminante evaluado	NE	GR	Comentarios
Larner (2020) ⁵⁶	Cohorte prospectiva.	Voluntarios sanos.	48 voluntarios.	Salicilato de metilo (AQ simulada). Exposición cutánea.	Descontaminación seca (limpieza piel con apósito seco para heridas) vs Ducha de agua (15 segundos) vs Descontaminación técnica (Toallita con aceite de bebé + ducha 90 segundos).	2+	B	El salicilato de metilo tiene propiedades similares al gas mostaza.
Leary (2014) ⁵⁷	Revisión no sistemática.	NP	NP	PQ diversos y AQ. Exposición cutánea.	Descontaminantes diversos.	4	B	El agua sola ya es capaz de reducir la morbimortalidad de los corrosivos si se aplica ≤ 3 min.
Lewis (2017) ⁵⁸	Caso clínico.	Accidente laboral.	1 paciente.	Ácido sulfúrico. Exposición cutánea y ocular.	Diphoterine.	3	C	Ausencia de secuelas.
Lewis (2020) ⁵⁹	Revisión no sistemática.	NP	NP	PQ ácidos. Exposición cutánea y ocular.	Diversos métodos, incluyendo diphoterine y hexafluorine.	4	C	La falta de disponibilidad de estos agentes se compensa con pautas más estándar, como el agua o, aún mejor, la solución salina.
Lin (2010) ⁶⁰	Serie de casos.	Consultas al Centro de Información Toxicológica de Taiwán.	13 pacientes.	TMAH. Exposición cutánea.	Irrigación con abundante agua.	3	E	El tipo de estudio no permite llegar a conclusiones sobre el impacto de la descontaminación con agua.
Lynn (2017) ⁶¹	Revisión sistemática.	NP	6 estudios.	PQ diversos. Exposición cutánea y ocular.	Diphoterine.	2++	B	Los estudios clínicos son deficientes desde el punto de vista metodológico, con población poco numerosa y medida heterogénea de los resultados.
Mathieu (2001) ⁶²	Serie de casos.	11 pacientes.	Accidente laboral.	Acido fluorhídrico.	Hexafluorine.	3	E	Conflicto de intereses.
Merle (2005) ⁶³	Cohorte prospectiva.	Agresiones, accidentes laborales y domésticos.	66 pacientes.	PQ alcalinos. Exposición ocular.	Suero fisiológico vs diphoterine.	2-	B	No hay suficientes casos de quemaduras de grado 3 y 4 para llegar a una conclusión
Nahaboo-Solim (2021) ⁶⁴	Serie de casos	Accidente laboral o doméstico con afectación ocular.	7 pacientes	PQ diversos (alcalinos). Exposición ocular.	Diphoterine vs agua	3	E	Diphoterine se tolera bien y precisa mucho menos volumen que otros descontaminantes.
Nandamuri (2022) ⁶⁵	Revisión sistemática.	NP	7 documentos.	PQ y AQ. Exposición cutánea.	Descontaminación seca.	2++	B	No solo es importante el agente descontaminante, sino también el método (secar o frotar, cantidad de descontaminante, instrucciones previas para descontaminar).
Nehles (2006) ⁶⁶	Serie de casos.	24 pacientes.	Accidentes laborales.	PQ diversos. Exposición cutánea y ocular.	Diphoterine.	3	E	Conflicto de intereses.
Nogué (2012) ⁶⁷	Serie de casos.	Accidentes domésticos y laborales.	36 pacientes.	PQ diversos. Exposición cutánea y ocular.	Agua vs diphoterine.	3	C	El diseño del estudio no permite concluir que el lavado con diphoterine sea superior al agua.
Pita (2007) ⁶⁸	Revisión no sistemática.	NP	NP	AQ	Diversos.	4	B	Importancia de la descontaminación prehospitalaria en incidentes con AQ. Con agentes vesicantes y neurotóxicos puede ser útil la lejía al 0,5%.

(Continuación)

Tabla 2. Característica de los estudios incluidos en la revisión (Continuación)

Autor (año)	Tipo de estudio	Población diana	N/EI	PQ. Vía exposición	Descontaminante evaluado		NE	GR	Comentarios
Saidinejad (2005) ⁶⁹	Serie de casos.	Pediatría.	2 pacientes.	Propilenglicol y cáustico alcalino. Exposición ocular.	Diversos.	La primera elección es la solución salina al 0,9 %. Las soluciones alternativas incluyen el agua del grifo, la solución de RL y la solución salina equilibrada.	3	B	Las soluciones con un pH más neutro pueden disminuir el dolor ocular y la irritación asociados a la irrigación copiosa, y pueden mejorar la tolerancia a la descontaminación.
Schwartz (2012) ⁷⁰	Revisión no sistemática.	NP	NP	AQ (vesicantes y OF). Exposición cutánea.	RSDL	La RSDL es mejor descontaminante de las AQ en comparación con el agua, la lejía y los absorbentes secos.	4	B	Ausencia de disponibilidad en nuestro medio. Aprobada por la FDA. Uso militar.
Timperley (2019) ⁷¹	Revisión no sistemática.	NP	NP	AQ (agentes nerviosos OF). Exposición cutánea.	Diversos.	Agentes gelificantes (sílice o arcilla), fosfotriesterasas, fotocatalizadores y otros han mostrado capacidad descontaminante.	4	C	La escasa disponibilidad de estos descontaminantes los hace poco útiles en la práctica clínica. Posible uso en el ámbito militar.
Viala (2005) ⁷²	Serie de casos.	5 pacientes.	Accidente laboral.	Gases lacrimógenos. Exposición cutánea y ocular.	Diphoterine.	Diphoterine mejora los síntomas.	3	E	Conflicto de intereses.
Walsh (2022) ⁷³	Revisión no sistemática.	NP	NP	PQ diversos. Exposición cutánea y ocular.	Diversos métodos, incluyendo diphoterine.	DS inicial y lavado con agua abundante durante 20 min.	4	C	El diphoterine normaliza con rapidez el pH de la piel y conjuntiva, pero los estudios clínicos son metodológicamente pobres (alto riesgo de sesgo).
Wiesner (2019) ⁷⁴	Cohorte prospectiva.	Accidente laboral o doméstico	1.495 pacientes.	PQ. Exposición ocular.	Diphoterine vs Agua.	Reducción de la morbilidad al usar diphoterine.	2-	E	Conflicto de intereses.
Yoshimura (2011) ⁷⁵	Caso clínico.	Accidente laboral	1 paciente.	Ácido fluorhídrico. Exposición cutánea.	Hexafluorine.	Aparente beneficio del hexafluorine.	3	E	Conflicto de intereses.
Zack-Williams (2015) ⁷⁶	Serie de casos.	Accidentes laborales y domésticos.	131 pacientes.	PQ diversos. Exposición cutánea y ocular.	Diphoterine.	El diphoterina mejora el pH y reduce las necesidades de analgesia.	3	C	El uso de diphoterine no tiene impacto en el tiempo de curación, la duración de la estancia hospitalaria o la necesidad de cirugía.

AQ: armas químicas; BSS: solución salina balanceada; DS: descontaminación seca (papel absorbente enrollado, papel higiénico, toallas de papel, pañales, vendajes para heridas, compresas para incontinencia); GR: grado de recomendación (Tabla 1). HAP: hidrocarburos aromáticos policíclicos. N/EI: número de pacientes o número de estudios incluidos en la revisión sistemática; NE: nivel de evidencia (Tabla 1); NP: no procede; OF: organofosforados; PQ: productos químicos; RL: Ringer lactato; RSDL: loción reactiva para la descontaminación cutánea; TMAH: hidróxido de tetrametilamonio (corrosivo alcalino).

Discusión

La contaminación por PQ de la piel y los ojos es un problema muy heterogéneo, porque son muy diversas las causas que la pueden provocar (accidentes domésticos o laborales, gestos suicidas, actos criminales, terrorismo con AQ) y muy diferentes los agentes que pueden estar implicados (productos domésticos o industriales, productos de uso agrícola, etc.). También son muy variables las consecuencias de esta exposición, que dependen fundamentalmente de las características fisicoquímicas del agente implicado (sobre todo pH y capacidad oxidativa), así como de la cantidad y concentración del PQ, y que pueden ir desde una leve irritación local hasta una quemadura profunda, sin olvidar la posibilidad de efectos sistémicos^{12,13}.

Esta gran diversidad de exposición a los PQ abre un amplio abanico de opciones de contaminación, sin que pueda intuirse que exista un único "descontaminante universal" ni un "método único de descontaminación", como bien queda reflejado en los resultados obtenidos con esta revisión. Por ello, y para ganar en eficacia descontaminan-

te, no queda otra alternativa que adaptar la DECO a las circunstancias de cada exposición y decidir en consecuencia la mejor de las opciones que se discuten a continuación.

Esta revisión pone de relieve algunos aspectos comunes a la DECO, siendo el primero de ellos que la descontaminación es la primera intervención necesaria en las exposiciones a PQ, biológicos o radioactivos. El segundo punto es la necesidad de que los intervinientes en el proceso de descontaminación utilicen EPI adaptados al riesgo químico, ya que todo paciente contaminado es, a su vez, un contaminador y en la bibliografía se recogen muchos casos de esta contaminación secundaria¹⁴.

Con relación a la contaminación cutánea, también hay un acuerdo unánime en que el primer gesto del paciente ha de ser despojarse, o ser despojado, de la ropa contaminada y el motivo es obvio: la ropa contaminada es contaminante para el paciente, para el personal que descontamina y para el medio ambiente. La ropa no debe estirarse, ni romperse ni desgarrarse, sino cortarse con tijeras para

no favorecer la dispersión de FC, una vez retirada esta ropa se debe ensacar en una bolsa de plástico que será etiquetada, sellada y depositada en un contenedor de residuos químicos. También se retirarán objetos personales (reloj, anillo, pendientes, collares, etc.) que se guardarán en una bolsita con el nombre del paciente. En caso de contaminación ocular, también hay acuerdo en la retirada de las lentillas, si es el caso.

El tercer punto de consenso es en el momento de inicio de la DECO. La norma es descontaminar ASAP (*as soon as possible*, tan pronto como sea posible), lo que significa una descontaminación inmediata con el medio que se tenga a mano y aplicado de forma instantánea o en los primeros 2-3 minutos. Esto es particularmente importante en la descontaminación ocular, ya que podría evitar una lesión corneal irreversible. Con los PQ de rango ácido, básico o muy oxidante, el riesgo de lesiones precoces y graves por contacto cutáneo u ocular es muy alto y el intervalo de tiempo para evitarlas es muy corto, y de ahí la importancia de la descontaminación inmediata^{15,16}. Menos claro es el intervalo máximo de tiempo transcurrido desde la exposición y en el que todavía es útil descontaminar; la respuesta está en función del tiempo que se estima que puede permanecer el PQ en la piel o los ojos y, por ello, prolongar su acción tóxica. Sobre la piel, los plaguicidas e hidrocarburos pueden permanecer muchas horas y aunque hayan transcurrido hasta 12 horas desde la exposición es posible que aún se pueda descontaminar con eficacia, mientras que con otros agentes el tiempo se acorta a menos de 6 horas¹⁷. En los casos de contaminación ocular, la descontaminación puede tener sentido antes de las 6 horas¹⁸.

El tema de las AQ utilizadas con fines bélicos o terroristas es un riesgo que en España se percibe como muy bajo o inexistente, pero la inestable situación política, militar y social en muchos otros países que disponen de las mismas, hace que se deba estar preparado para esta eventualidad¹⁹. Con relación a la descontaminación cutánea, y tras las maniobras iniciales ya descritas, la mejor opción es la "descontaminación seca" en la que se puede utilizar papel absorbente enrollado, papel higiénico, toallas de papel, vendajes para heridas, compresas o material similar, con el fin de absorber el PQ depositado sobre la piel²⁰. A continuación, si se han activado los sistemas de intervención para incidentes con AQ de gran envergadura, puede realizarse una "descontaminación húmeda" con un sistema de tuberías en escalera, descrito en el apartado de resultados, y complementada con una "descontaminación técnica" con agua y jabón. Todo este procedimiento es complejo, requiere un tiempo de instalación y precisa la presencia de bomberos y servicios de emergencias médicas, con personal sanitario y auxiliares entrenados en incidentes con AQ, y de ahí la importancia de empezar con el desvestido del paciente y la descontaminación seca mientras se preparan las otras medidas. En ámbitos militares se concede mucho interés a la desactivación tópica de las AQ con un proceso de hidrólisis y oxidación-cloración mediante una solución de hipoclorito sódico al 0,5% (lejía diluida),

pero ello requiere un tiempo de actuación prolongado con el consiguiente riesgo para la integridad de la piel y esta contraindicado sobre el ojo y las mucosas; otra alternativa descontaminante muy prometedora para las AQ es la loción RSDL. A nivel ocular, retirar las lentes de contacto y lavar con agua o solución salina durante 20 minutos, no recomendándose la oclusión ocular hasta la valoración oftalmológica.

Para los pacientes que llegan directamente a los SUH, lo ideal es que pasen por un área de descontaminación química, como la que ya existe desde hace años en un hospital de Barcelona, dotada de protocolos específicos y con medios materiales de descontaminación y de autoprotección²¹.

Entrando ahora en grupos particulares de PQ, los sólidos depositados sobre la piel se descontaminan mejor con maniobra de arrastre mediante una espátula de madera (tipo depresor lingual), un cepillo suave o una toalla. Un aspecto que no puede ser obviado es la calidad del método de descontaminación; así, por ejemplo, cuando se habla de descontaminación seca, presionar, frotar, o presionar y frotar, influye en la eficacia de la descontaminación, siendo la combinación de presionar y frotar la que se muestra como más efectiva. Eliminados estos restos, se haría el lavado con agua templada o agua y jabón. Cuanto más graso sea el PQ, más indicado estará el jabón.

Con productos líquidos, el descontaminante más ubicuo, económico y, en muchos casos, eficaz es el agua corriente²². Como se ha comentado, su aplicación debe ser inmediata, especialmente si se trata de un PQ corrosivo. La irrigación debe ser copiosa y mantenerse durante unos 20 minutos, tanto sobre la piel como sobre los ojos, y podría prolongarse si el pH local no se ha normalizado. Si se ha afectado una gran superficie, el agua debería ser templada para reducir el riesgo de hipotermia. En los puestos de trabajo con riesgo de contaminación química, es obligatorio que las empresas instalen duchas y lavajos a pocos metros de donde se encuentran los trabajadores para poder actuar con rapidez. En España, el Instituto de Higiene y Seguridad en el Trabajo ha establecido las condiciones que deben de tener estos elementos de descontaminación²³. Durante la descontaminación cutánea con agua, y en particular si se trata de un PQ liposoluble, debería usarse también el jabón. El agua es el agente que más se acerca al concepto de descontaminante universal, por su bajo coste, disponibilidad general y eficacia comprobada.

Otro grupo peculiar de PQ son los espráis de defensa personal y los gases lacrimógenos. La exposición cutánea y, sobre todo, ocular a estos agentes es citada en dos documentos incluidos en la presente revisión y ambos son series de casos clínicos. En los dos estudios se muestra un aparente beneficio del diphoterine, aunque uno de ellos presenta un conflicto de intereses y el otro no lo compara con nada. En otro documento de revisión no incluido en el presente estudio se recomienda, a nivel ocular, que se retiren las lentillas y se laven los ojos con una solución isotónica de NaCl al 0,9% durante 10-15 minutos y, a nivel cutáneo, el lavado con agua y jabón, al

tiempo que constata la alta evidencia y el elevado coste de usar diphoterine⁴.

Finalmente se abordan tres descontaminantes específicos y al mismo tiempo controversiales: diphoterine, hexafluorine y la loción RSDL. Diphoterine tiene la consideración de producto sanitario (no es un medicamento) y en la hoja de datos de seguridad no se ofrece información sobre sus principios activos²⁵. Es una solución incolora e inodora que se presenta para el lavado de piel y ojos en pacientes expuestos a salpicaduras de PQ irritantes o corrosivos, siendo indudablemente capaz de tamponar con rapidez ácidos y bases. En los estudios independientes revisados, el diphoterine ha mostrado ser capaz de normalizar con más rapidez que el agua el pH de la superficie ocular tras una exposición a PQ alcalinos. En otra serie de casos con exposición cutánea y ocular, el diphoterine redujo las necesidades de analgesia. En otra serie de 180 casos con exposición cutánea a alcalinos, la aplicación inicial de diphoterine obtuvo mejores resultados que el agua. En otra serie de casos con exposición ocular a álcalis, el diphoterine redujo el tiempo de reepitelización corneal en quemaduras de grado 1 y 2 respecto al suero fisiológico. Y en otra serie de casos de agresiones con espráis de defensa personal, el diphoterine se asoció a una mayor mejoría sintomática respecto al agua. En lo que sí coinciden todos los trabajos es en la ausencia de efectos secundarios asociados a su aplicación. En conjunto, la evidencia científica sobre los beneficios del diphoterine en la exposición cutánea y ocular a PQ es muy débil porque no hay estudios con randomización del tratamiento, ni observadores a ciegas ni claridad en el tiempo transcurrido hasta la descontaminación, por lo que a día de hoy no se puede recomendar como una terapia descontaminante de primera línea²⁶.

Con el hexafluorine pasa algo parecido y sin que en su ficha técnica se especifiquen los principios activos más allá de tratarse de una solución acuosa con "sales anfóte-

ra"⁷. Su finalidad es el lavado de las proyecciones oculares o cutáneas de ácido fluorhídrico y de los fluoruros en medio ácido. En la presente revisión hay solo dos revisiones independientes que recogen casos clínicos con evolución favorable, por lo que a fecha de hoy tampoco hay evidencia científica suficiente para recomendar su disponibilidad como descontaminante²⁸.

El último descontaminante específico analizado en esta revisión es la loción RSDL. Se trata de una mezcla de Dekon 139 y 2,3-butanodiona monoxima y que utiliza como disolvente éter monometílico de polietilenglicol y agua²⁹. La *Food and Drug Administration* lo ha autorizado como dispositivo médico para la descontaminación de la piel expuesta a AQ y a ciertas toxinas biológicas. Se presenta en sobres que contienen una esponja impregnada de RSDL y con la que se limpia la piel contaminada³⁰. Una revisión no sistemática presenta a la RSDL con el mejor descontaminante cutáneo de la exposición a agentes vesicantes y organofosforados, aunque en el caso de AQ extraordinariamente tóxicas como el agente VX, su aplicación más allá de los 30 minutos de la exposición no consigue frenar los efectos sistémicos³¹. Los recientes actos criminales perpetrados con el agente Novichok-A234 han vuelto a poner sobre el tapete la importancia de medidas eficaces de descontaminación, y la loción RSDL ha demostrado serlo³², aunque su disponibilidad se limita en estos momentos al ámbito militar o a los equipos que intervienen en incidentes NBO.

La presente revisión tiene diversas limitaciones como la gran variabilidad en los métodos y poblaciones estudiadas, lo que dificulta la comparación entre los estudios y restringe la generalización de los hallazgos. Aunque el formato PICO (Población, Intervención, Comparación, Resultado) es ampliamente utilizado en revisiones sistemáticas para estructurar preguntas de investigación relacionadas con intervenciones terapéuticas, no se consideró impres-

Tabla 3. Principales conclusiones de esta revisión

- La DECO pueden contribuir a reducir la morbilidad, las secuelas y la mortalidad tras una exposición a PQ.
- El personal descontaminador ha de usar EPI para reducir el riesgo de ser contaminado.
- Ninguna sustancia o material, ni ningún método de descontaminación, puede ser considerado como "descontaminante universal", ya que muchos factores influyen en la eficacia de la descontaminación. Por ello, la DECO ha de adaptarse a las características del PQ contaminante.
- El factor tiempo es uno de los que más influyen en la eficacia de cualquier descontaminación. Cuanto menor sea el tiempo de demora, más eficaz será la medida. Lo ideal es que la descontaminación se inicie de inmediato o en los primeros 3 minutos.
- En la contaminación cutánea, la primera medida es siempre retirar la ropa contaminada que lleve el paciente, independientemente del tipo de PQ.
- En la exposición cutánea a una AQ, especialmente a los agentes neurológicos, la descontaminación más eficaz se consigue realizándola en seco (con papel en rollo, toallas, gasas, compresas, etc.).
- En el caso anterior (AQ), la eficacia de la limpieza en seco puede complementarse con la posterior ducha con agua o agua y jabón.
- Los PQ hidrosolubles se eliminan mejor con agua o agua y jabón, mientras los compuestos liposolubles requieren siempre agua y jabón.
- Aunque algunos compuestos metálicos (litio, sodio, potasio, cesio, rubidio y otros) reaccionan violentamente con el agua y la descontaminación acuosa está teóricamente contraindicada, tras realizar una correcta descontaminación en "seco", el riesgo de lavar con agua muy abundante es inferior al de abstenerse y varios autores la recomiendan.
- En las contaminaciones oculares, retirar siempre las lentes de contacto. El lavado inmediato es particularmente importante y el agua corriente es la más disponible y económica y, probablemente, la más eficaz. La solución salina al 0,9% o la de Ringer-lactato son algunas de las alternativas.
- En los puestos de trabajo con riesgo de contaminación química, los Institutos de Seguridad e Higiene en el trabajo han dictado normas sobre las características que deben tener las duchas y los lavaojos para descontaminar rápidamente al trabajador afectado.
- Con relación al diphoterine, algunos de los estudios revisados tienen un conflicto de intereses. De los estudios independientes, algunos muestran una mejoría sintomática superior a la del agua, pero el nivel de evidencia es bajo. Y lo mismo ocurre con el hexafluorine.
- La loción RSDL parece muy efectiva para descontaminar la superficie cutánea expuesta a algunas AQ (vesicantes y organofosforados).

AQ: arma química; DECO: descontaminación cutánea y ocular; EPI: equipos de protección individual; PQ: productos químicos; RSDL: *Reactive skin decontamination lotion*.

concebible en el presente trabajo debido a principal objetivo de la revisión, que era abordar la eficacia y seguridad de los métodos de descontaminación cutánea y ocular en la exposición a productos químicos, un ámbito que incluye una gran diversidad de escenarios (accidentes laborales, accidentes domésticos, terrorismo químico, etc.), de agentes químicos (ácidos, alcalinos, irritantes, oxidantes, etc.), de sujetos afectados (población general, trabajadores, cuerpos de seguridad, etc.) y de métodos de descontaminación empleados (limpieza en seco, agua, agua y jabón, diphoterine, hexafluorine, etc.). En este contexto, el uso del formato PICO podría haber limitado el alcance de la investigación, ya que no todos los estudios disponibles se ajustan perfectamente a un esquema de comparación directa entre las intervenciones y los resultados. En su lugar, se emplearon criterios amplios, pero claramente definidos, para garantizar una recopilación exhaustiva y rigurosa de la evidencia científica, siguiendo la metodología PRISMA para asegurar la transparencia y la reproducibilidad del proceso. También queremos destacar que la calidad metodológica de muchos de los estudios incluidos en esta revisión es baja o muy baja, lo que reduce la fuerza de las conclusiones. También ha sido frecuente presencia de con-

flitos de intereses en las investigaciones sobre diphoterine y hexafluorine.

Las implicaciones clínicas derivadas de esta revisión se resumen en la **Tabla 3** y refuerzan la importancia de la DECO precoz como el principal factor para minimizar las lesiones y secuelas tras la exposición a PQ. Aunque los métodos más básicos, como la descontaminación seca y el uso de agua o agua con jabón, son eficaces, su adecuación depende de las características del contaminante y del contexto clínico. Ningún método o agente puede considerarse universal, lo que subraya la necesidad de adaptar las intervenciones a cada caso específico. Además, los estudios con descontaminantes específicos como diphoterine o hexafluorine son metodológicamente muy débiles.

Futuras investigaciones deberían centrarse en estudios prospectivos y multicéntricos que evalúen de manera uniforme los resultados clínicos, así como el impacto del tiempo de inicio de la descontaminación. También sería útil desarrollar protocolos que integren las características del agente químico, el método de descontaminación y las condiciones del paciente. Finalmente, es esencial potenciar la formación sobre descontaminación en entornos prehospitalarios y hospitalarios.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de interés en relación con el presente artículo.

Financiación: Los autores declaran no tener financiación en relación con el presente artículo.

Responsabilidades éticas: Todos los autores han confirmado el mantenimiento de la confidencialidad y respeto de los derechos de los pacientes, acuerdo de publicación y cesión de derechos de los datos a la Revista Española de Urgencias y Emergencias.

Artículo no encargado por el Comité Editorial y con revisión externa por pares.

BIBLIOGRAFÍA

- Aranega R, Da Costa L, Salgado E. Limpieza doméstica con desinfectante inesperado. *Rev Esp Urg Emerg.* 2023;2:59-60.
- Hueso-Pinazo R, Arnao-Recuenco B, Payá-García AB, Martín-Ivorra R, Elorza-Montesinos P, Goitia-Leizaola A, et al. Características clínicas y gestión asistencial de las intoxicaciones agudas atendidas en el servicio de urgencias de un hospital universitario. *Rev Esp Urg Emerg.* 2025;4:21-9.
- González-Díaz A, Matos-Castro S, Arruabarrena Urrestarazu N, González Valladares E, Molina Padilla S, Ferrer Dufof A, et al. Evolución de las intoxicaciones agudas por productos químicos en el quinquenio 2015-2019, registradas por el Sistema Español de Toxicovigilancia (SETV). *Rev Esp Urg Emerg.* 2023;2:30-5.
- Palao R, Monge I, Ruiz M, Barret JP. Chemical burns: pathophysiology and treatment. *Burns.* 2010;36:295-304.
- Cheong H, Kim J. Fatal hydrofluoric acid poisoning: histologic findings and review of the literature. *Forensic Sci Med Pathol.* 2023;19:67-71.
- Hunter DM, Timerding BL, Leonard RB, Mc-

- Calmont TH, Schwartz E. Effects of isopropyl alcohol, ethanol, and polyethylene glycol/industrial methylated spirits in the treatment of acute phenol burns. *Ann Emerg Med.* 1992;21:1303-7.
- Brent J. Dermal decontamination for corrosive exposures. *Clin Toxicol.* 2014;52:153.
- Danoy A, Durmaz K, Paoletti M, Vachez L, Roul A, Sohler J, et al. Aqueous suspensions of Fuller's earth potentiate the adsorption capacities of paraoxon and improve skin decontamination properties. *J Hazard Mater.* 2022;425:127714.
- Harbour R, Miller J. A new system for grading recommendations in evidence based guidelines. *BMJ.* 2001;323:334-6.
- Harris RP, Helfand M, Woolf SH, Lohr KN, Mulrow CD, Teutsch SM, et al. Current methods of the US Preventive Services Task Force: a review of the process. *Am J Prev Med.* 2001;20:21-35.
- U.S. Department of Health and Human Services. Prisma: Primary response incident scene management. (Consultado 6 Noviembre 2024). Disponible en: <https://www.medicalcountermeasures.gov/barda/cbrn/prism/>
- Stewart CE. Chemical skin burns. *Am Fam Physician.* 1985;31:149-57.
- Bizrah M, Yusuf A, Ahmad S. An update on chemical eye burns. *Eye (Lond).* 2019;33:1362-77.
- Rasoloharimahefa-Rasamoela M, Bouland C. Évaluation du risque par les professionnels de la santé et les équipes de secours lors d'incidents chimiques. *Sante Publique.* 2024;36:109-19.
- Greenwood JE, Tan JL, Ming JC, Abell AD. Alkalis and Skin. *J Burn Care Res.* 2016;37:135-41.
- Korkmaz I, Palamar M, Egrilmez S, Yagci A, Barut Selver O. Ten years of pediatric ocular chemical burn Experience in a tertiary eye care center in Turkey. *Eye Contact Lens.* 2022;48:175-9.
- Canut E, Calderón S. Medidas de descontaminación cutánea. En: Nogué S, Salgado E,

- Martínez L. Toxicología clínica. Bases para el diagnóstico y el tratamiento de las intoxicaciones en servicios de urgencias, áreas de vigilancia intensiva y unidades de toxicología. Barcelona: Elsevier; 2024. pp. 238-40.
- Torras J, Amigó M. Medidas de descontaminación ocular. En: Nogué S, Salgado E, Martínez L. Toxicología clínica. Bases para el diagnóstico y el tratamiento de las intoxicaciones en servicios de urgencias, áreas de vigilancia intensiva y unidades de toxicología. Barcelona: Elsevier; 2024. pp. 241-3.
- Pita R, Ishimatsu S, Robles R. Actuación sanitaria en atentados terroristas con agentes químicos de guerra: más de diez años después de los atentados con sarín en Japón, (parte 1). *Emergencias.* 2007;19:323-36.
- Thors L, Wigenstam E, Qvarnström J, Wästerby P, Öberg L, Bucht A. Immediate dry decontamination using efficient absorbent materials is beneficial following skin exposure to low-volatile toxic chemicals. *J Appl Toxicol.* 2024;44:1361-71.
- Amigó M, Uría E, Canut E, Sánchez JA, Fernández F, Nogué S. Exposición a productos químicos. Descontaminación cutánea y ocular. *Rev ROL Enferm.* 2018;41:102-10.
- Whalen MJ, Aizenberg AM, Shirazi FM, Berrigan JJ, Walter FG. Skin decontamination with and without water irrigation. *Disaster Med Public Health Prep.* 2024;18:e220.
- Mendoza M. Duchas y lavaojos: normativa de aplicación. (Consultado 30 Octubre 2024). Disponible en: <https://www.farmaindustrial.com/require/archivos/articulos/descarga/bdOTNxrE2yTYft2UPDHAC1mU.pdf>
- Carron PN, Yersin B. Management of the effects of exposure to tear gas. *BMJ.* 2009;338:b2283.
- Diphoterine. Hoja de datos de seguridad. (Consultado 31 Octubre 2024). Disponible en: <https://www.prevor.com/app/uploads/sites/3/2020/08/grv-aas-fds-diphoterine-gbr-actu9.pdf>
- Lucyk S. Decontamination principles. Prevention of dermal, ophthalmic, and inhalational absorption. En: Nelson LS, Howland MA,

- Lewin JA, Smith SW, Golobark IR, Hoffman IS. *Goldfrank's Toxicological emergencies*. New York: Mc Graw Hill Education; 2019. pp. 71-5.
27. Hexafluorine. Ficha de datos de seguridad. (Consultado 31 Octubre 2024). Disponible en: <https://www.prevor.com/app/uploads/sites/5/2021/01/grv-qal-fds-hexafluorine-es-actu-9.pdf>
 28. Su MK. Hydrofluoric acid and fluorides. En: Nelson LS, Howland MA, Lewin NA, Smith SW, Goldfrank LR, Hoffman RS. *Goldfrank's. Toxicological emergencies*. New York: Mc Graw Hill Education; 2019. pp. 1397-402.
 29. Loción RSDL. Ficha de datos de seguridad. (Consultado 4 Noviembre 2024). Disponible en: <https://trueprepper.com/wp-content/uploads/2018/06/RSDL-MSDS-2006.pdf>
 30. Loción RSDL. Guía práctica de utilización. (Consultado 4 Noviembre 2024). Disponible en: <https://trueprepper.com/rsdl-reactive-skin-decontamination-lotion/>
 31. Joosen MJ, van der Schans MJ, Kijpers WC, van Helden HP, Noort D. Timing of decontamination and treatment in case of percutaneous VX poisoning: a mini review. *Chem Biol Interact*. 2013;203:149-53.
 32. Cornelissen AS, van den Berg RM, Langenberg JP, van Grol M, Bross R, Pittman J, et al. Effective skin decontamination with RSDL® (reactive skin decontamination lotion kit) following dermal exposure to a Novichok class nerve agent. *Chem Biol Interact*. 2024;395:111001.
 33. Alexander KS, Wasiak J, Cleland H. Chemical burns: Diphoterine untangled. *Burns*. 2018;44:752-66.
 34. Amigó M, Fernández F, Velasco V, Nogué S. Agresiones realizadas con espráis de defensa personal atendidas en el área de descontaminación química de urgencias. A propósito de 15 casos. *Emergencias*. 2016;28:349-52.
 35. Amigó M, Uría E, Canut E, Calderón S, Nogué S. Evaluación epidemiológica, clínica, terapéutica y evolutiva de las descontaminaciones químicas realizadas en urgencias. *Rev Esp Urg Emerg*. 2024;3:214-20.
 36. Amlöt R, Carter H, Riddle L, Larner J, Chilcott RP. Volunteer trials of a novel improvised dry decontamination protocol for use during mass casualty incidents as part of the UK'S Initial Operational Response (IOR). *PLoS One*. 2017;12:e0179309.
 37. Atley K, Ridyard E. Treatment of hydrofluoric acid exposure to the eye. *Int J Ophthalmol*. 2015;8:157-61.
 38. Brent J. Water-based solutions are the best decontaminating fluids for dermal corrosive exposures: a mini review. *Clin Toxicol (Phila)*. 2013;51:731-6.
 39. Chai H, Chaudhari N, Kornhaber R, Cuttle L, Fear M, Wood F et al. Chemical burn to the skin: A systematic review of first aid impacts on clinical outcomes. *Burns*. 2022;48:1527-43.
 40. Chan HP, Zhai H, Hui X, Maibach HI. Skin decontamination: principles and perspectives. *Toxicol Ind Health*. 2013;29:955-68.
 41. Chau JP, Lee DT, Lo SH. A systematic review of methods of eye irrigation for adults and children with ocular chemical burns. *Worldviews Evid Based Nurs*. 2012;9:129-38.
 42. Chilcott RP, Larner J, Durrant A, Hughes P, Mahalingam D, Rivers S, et al. Evaluation of US Federal Guidelines (Primary Response Incident Scene Management [PRISM]) for mass decontamination of casualties during the initial operational response to a chemical incident. *Ann Emerg Med*. 2019;73:671-84.
 43. Delice O, Tassiri HI. A review: chemical, biological, and nuclear hazard agent: Asphalt burns. *JCPSP*. 2023;33:58-9.
 44. Dinesen F, Pape P, Vestergaard MR, Rasmussen LS. Diphoterine for chemical burns of the skin: A systematic review. *Eur Burn J*. 2023;4:55-68.
 45. Donoghue AM. Diphoterine for alkali chemical splashes to the skin at alumina refineries. *Int J Dermatol*. 2010;49:894-900.
 46. Dorandeu F, Singer C, Chatfield S, Chilcott RP, Hall J. Exposure to organophosphorus compounds: best practice in managing timely, effective emergency responses. *Eur J Emerg Med*. 2023;30:402-7.
 47. Hall AH, Cavallini M, Mathieu L, Maibach HI. Safety of dermal diphoterine application: an active decontamination solution for chemical splash injuries. *Cutan Ocul Toxicol*. 2009;28:149-56.
 48. Hall AH, Maibach HI. Water decontamination of chemical skin/eye splashes: a critical review. *Cutan Ocul Toxicol*. 2006;25:67-83.
 49. Hall AH, Mathieu L, Maibach HI. Acute chemical skin injuries in the United States: a review. *Crit Rev Toxicol*. 2018;48:540-4.
 50. Hall AH, Blomet J, Mathieu L. Diphoterine for emergent eye/skin chemical splash decontamination: a review. *Vet Hum Toxicol*. 2002;44:228-31.
 51. Houston M, Hendrickson RG. Decontamination. *Crit Care Clin*. 2005;21:653-72.
 52. Huang CK, Hall AH, Wu ML, Yang CC, Hung DZ, Mao YC et al. Presentations of tetramethylammonium hydroxide dermal exposure and the valuable potential of diphoterine solution in decontamination: a retrospective observational study. *BMC Pharmacol Toxicol*. 2020;2:83.
 53. Karimkhani C, Amir M, Dellavalle RP, Ipaktchi K. Current concepts for oil decontamination of crush injuries: a review. *Patient Saf Surg*. 2014;8:22.
 54. Kashetsky N, Law RM, Maibach HI. Efficacy of water skin decontamination in vivo in humans: A systematic review. *J Appl Toxicol*. 2022;42:346-59.
 55. Keir JLA, Kirkham TL, Aranda-Rodriguez R, White PA, Blais JM. Effectiveness of dermal cleaning interventions for reducing firefighters' exposures to PAHs and genotoxins. *J Occup Environ Hyg*. 2023;20:84-94.
 56. Larner J, Durrant A, Hughes P, Mahalingam D, Rivers S, Matar H, et al. Efficacy of different hair and skin decontamination strategies with identification of associated hazards to first responders. *Prehosp Emerg Care*. 2020;24:355-68.
 57. Leary AD, Schwartz MD, Kirk MA, Ignacio JS, Wencil EB, Cibulsky SM. Evidence-based patient decontamination: an integral component of mass exposure chemical incident planning and response. *Disaster Med Public Health Prep*. 2014;8:260-6.
 58. Lewis CJ, Al-Mousawi A, Jha A, Allison KP. Is it time for a change in the approach to chemical burns? The role of Diphoterine® in the management of cutaneous and ocular chemical injuries. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2017;70:563-7.
 59. Lewis CJ, Hodgkinson EL, Allison KP. Corrosive attacks in the UK - Psychosocial perspectives and decontamination strategies. *Burns*. 2020;46:213-8.
 60. Lin CC, Yang CC, Ger J, Deng JF, Hung DZ. Tetramethylammonium hydroxide poisoning. *Clin Toxicol (Phila)*. 2010;48:213-7.
 61. Lynn DD, Zukin LM, Dellavalle R. The safety and efficacy of Diphoterine for ocular and cutaneous burns in humans. *Cutan Ocul Toxicol*. 2017;36:185-92.
 62. Mathieu L, Nehles J, Blomet J, Hall AH. Efficacy of hexafluorine for emergent decontamination of hydrofluoric acid eye and skin splashes. *Vet Hum Toxicol*. 2001;43:263-5.
 63. Merle H, Donnio A, Ayeoubou L, Michel F, Thomas F, Ketterle J, et al. Alkali ocular burns in Martinique (French West Indies) Evaluation of the use of an amphoteric solution as the rinsing product. *Burns*. 2005;31:205-11.
 64. Nahaboo-Solim MA, Lupion-Duran TM, Rana-Rahman R, Patel T, Ah-Kine D, Ting DSJ. Clinical outcomes and safety of Diphoterine® irrigation for chemical eye injury: A single-centre experience in the United Kingdom. *Ther Adv Ophthalmol*. 2021;13:25158414211030429.
 65. Nandamuri S, Feschuk AM, Maibach HI. A review of the efficacy of easily accessible dry decontaminants for human chemical contamination. *J Appl Toxicol*. 2022;42:950-60.
 66. Nehles J, Hall AH, Blomet J, Mathieu L. Diphoterine for emergent decontamination of skin/eye chemical splashes: 24 cases. *Cutan Ocul Toxicol*. 2006;25:249-58.
 67. Nogué S, Amigó M, Uría E, Fernández F, Velasco V. Actividad de un área de descontaminación química de un servicio de urgencias. *Emergencias*. 2012;24:203-7.
 68. Pita R, Ishimatsu S, Robles R. Actuación sanitaria en atentados terroristas con agentes químicos de guerra: más de diez años después de los atentados con sarín en Japón (parte 2). *Emergencias*. 2007;19:337-46.
 69. Saidinejad M, Burns MM. Ocular irrigation alternatives in pediatric emergency medicine. *Pediatr Emerg Care*. 2005;21:23-6.
 70. Schwartz MD, Hurst CG, Kirk MA, Reedy SJ, Braue EH Jr. Reactive skin decontamination lotion (RSDL) for the decontamination of chemical warfare agent (CWA) dermal exposure. *Curr Pharm Biotechnol*. 2012;13:1971-9.
 71. Timperley CM, Abdollahi M, Al-Amri AS, Baulig A, Benachour D, Borrett V, et al. Advice on assistance and protection from the Scientific Advisory Board of the Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons: Part 2. On preventing and treating health effects from acute, prolonged, and repeated nerve agent exposure, and the identification of medical countermeasures able to reduce or eliminate the longer term health effects of nerve agents. *Toxicology*. 2019;413:13-23.
 72. Viala B, Blomet J, Mathieu L, Hall AH. Prevention of CS "tear gas" eye and skin effects and active decontamination with Diphoterine: preliminary studies in 5 French Gendarmes. *J Emerg Med*. 2005;2:5-8.
 73. Walsh K, Hughes I, Dheansa B. Management of chemical burns. *Br J Hosp Med (Lond)*. 2022;83:1-12.
 74. Wiesner N, Dutescu RM, Uthoff D, Kottek A, Reim M, Schrage N. First aid therapy for corrosive chemical eye burns: results of a 30-year longitudinal study with two different decontamination concepts. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2019;257:1795-803.
 75. Yoshimura CA, Mathieu L, Hall AH, Monteiro MG, de Almeida DM. Seventy per cent hydrofluoric acid burns: delayed decontamination with hexafluorine® and treatment with calcium gluconate. *J Burn Care Res*. 2011;32:e149-54.
 76. Zack-Williams SD, Ahmad Z, Moiemmen NS. The clinical efficacy of Diphoterine in the management of cutaneous chemical burns: a 2-year evaluation study. *Ann Burns Fire Disasters*. 2015;28:9-12.