PROYECCIONES QUÍMICAS

3.ª EDICIÓN SEPTIEMBRE 2012

SOLUCIÓN **DIPHOTÉRINE®**

SOLUCIÓN **HEXAFLUORINE®**

PRINCIPIOS E INDICACIONES

¿Por qué utilizar las soluciones Diphotérine® o Hexafluorine® ?

Un operador ha recibido una proyección química
y
ha sido descontaminado con las soluciones Diphotérine® o Hexafluorine®

- **Para detener la acción del producto químico sobre el ojo o la piel y facilitar su lavado**
- **Para ganar en eficacia respecto al lavado con agua o suero fisiológico:**
  - * **Para una eficacia óptima, plazo de intervención en el primer minuto** frente a solamente 10 segundos con el lavado con agua
  - * **Polivalencia de acción de la solución de lavado**
  - * **Disminución de los cuidados secundarios, de las secuelas y de la duración de las bajas laborales**
  - * **Para el ácido fluorhídrico: acción simultánea sobre el doble peligro corrosivo y tóxico**
  - * **En caso de lavado tardío:**
    - **la solución Diphotérine® detiene la acción del producto químico,**
    - **disminuye el tiempo de cicatrización, facilitando la atención secundaria.**

Autores: *Dr. AH. Hall, Toxicólogo, Departamento de Medicina Preventiva y Biometría, Universidad Colorado Health Sciences Center, Colorado, Estados Unidos; Dr. F. Burgher, Médico de Empresa, responsable de formaciones; L. Mathieu, PhD, Responsable Científica, Laboratorio PREVOR, Valmondois, Francia*

PREVOR
PREVENIR Y SALVAR
Laboratorio de Toxicología & Dominio del Riesgo Químico

AGRADECIMIENTOS

AGRADECEMOS A:

- **Dr L. BODSON,** Médico de Urgencias, Jefe de Clínica, Urgencias – SAMU, Centro Hospitalario, Universidad de Lieja, BÉLGICA
- **Prof. M. CAVALLINI,** Cirujano plástico, Hospital Galeazzi, Unidad de Cirugía Plástica, Milán, ITALIA
- **Dr. D. CERISAY,** Médico del trabajo, L'OREAL, Chevilly-Larue y le Thillay, FRANCIA
- **Dr. M. GÉRARD,** Oftalmólogo, Centro Hospitalario de Cayena, Jefe del Servicio de Oftalmología, Cayena, Guyana, FRANCIA
- **Prof. H. MAIBACH,** Dermobiólogo, Jefe del servicio de Dermatología Profesional, Hospital H.C. Moffitt, Universidad de California, San Francisco, EE.UU.
- **Dr. H. MERLE,** Oftalmólogo, Centro Hospitalario Universitario de Fort-de-France, Jefe del Servicio de Oftalmología, Fort-de-France, Martinica, FRANCIA
- **Prof. N. SCHRAGE,** Oftalmólogo, Jefe del Servicio de Oftalmología, Augenklinik, Colonia – Merheim, ALEMANIA
- **Dr. F. SIMON,** Médico del trabajo, TOTAL PETROCHEMICALS FRANCIA, Saint-Avold, FRANCIA

por su amable participación en la redacción y revisión de este fascículo.

SUMARIO

1 - INTRODUCCIÓN: Mecanismo y cuidado de la quemadura química.....p. 3

1.1 – Los factores de gravedad de la quemadura química .....p. 3

1.2 – Rapidez y eficacia del lavado de las proyecciones químicas.....p. 3

2 – LA SOLUCIÓN DIPHOTÉRINE®.....p. 5

2.1 – Mecanismo de la solución Diphotérine® .....p. 5

2.2 – Lavado con la solución Diphotérine®:

¿qué puede aportar respecto al agua?.....p. 5

2.3 – ¿En qué caso y cómo utilizar la solución Diphotérine®? .....p. 11

2.4 – Atención secundaria de una proyección química lavada

con la solución Diphotérine® .....p. 12

2.4.1 – Observaciones médicas.....p. 12

2.4.2 – Protocolo a seguir en el servicio médico de la empresa .....p. 14

2.4.3 – Atención especializada en el consultorio o en el hospital ....p. 15

2.5 – Composición, inocuidad y clasificación de la solución Diphotérine® ..p. 15

3 – LA SOLUCIÓN HEXAFLUORINE® .....p. 18

3.1 – Mecanismo de la solución Hexafluorine® .....p. 18

3.2 – Lavado con la solución Hexafluorine®,

¿qué puede aportar respecto al agua? .....p. 19

3.3 – ¿En qué caso y comó utilizar la solución Hexafluorine®? .....p. 23

3.4 – Atención secundaria de una proyección química lavada

con la solución Hexafluorine® .....p. 24

3.5 – Composición, inocuidad y clasificación de la solución Hexafluorine®....p. 27

4 – CONCLUSIÓN.....p. 29

Mejora del cuidado de las proyecciones químicas

5 – BIBLIOGRAFÍA.....p. 30

6 – FICHAS DE SÍNTESIS .....p. 31

Solución Diphotérine® .....p. 32

Solución Hexafluorine® .....p. 34

Formulario de vigilancia .....p. 36

1 MECANISMO Y CUIDADO

1.1 – LOS FACTORES DE GRAVEDAD DE LA QUEMADURA QUÍMICA

> La quemadura química es el resultado de una reacción química entre una molécula corrosiva o irritante y uno o varios constituyentes bioquímicos de la piel o del ojo.

La gravedad de la quemadura química depende principalmente:
- de la naturaleza y de la concentración del producto químico,
- de la energía desarrollada,
- del tiempo de contacto.

Depende también de factores físicos tales como la presión o la temperatura, el lugar de contacto, la extensión de la superficie afectada y el estado de los tejidos; si están sanos o no. La eficacia de la realización de la descontaminación de emergencia y de los cuidados primarios condiciona la aparición y la evolución de la quemadura química y, en consecuencia, la importancia de las secuelas (1) ■

1.2 – RAPIDEZ Y EFICACIA DEL LAVADO DE LAS PROYECCIONES QUÍMICAS

> La precocidad del lavado de una proyección química permite disminuir la gravedad de la quemadura. Históricamente, el agua se impuso naturalmente como un medio universal de descontaminación. Eso fue un gran progreso para limitar la gravedad de las lesiones por quemadura química (2). Sin embargo, este progreso está limitado por dos factores, que son:
- el plazo de intervención y en consecuencia el tiempo de contacto,
- la concentración de los corrosivos más importantes.

Este tiempo de intervención recomendado, muy corto, de aproximadamente 10 segundos, es difícil de cumplir en la práctica en el momento del accidente. Por lo tanto, esta situación puede resultar ser una fuente de agravación de las lesiones en caso de quemadura por corrosivo (3).

El estudio y la comprensión del mecanismo de la quemadura química (Figura 1) han llevado al Laboratorio PREVOR a concebir soluciones para un lavado activo, que deben ser consideradas como mejoras del lavado con agua. **Al efecto de arrastre mecánico y dilución pasiva del agua, se añade una molécula multisitio, anfótera, capaz de reaccionar frente a los corrosivos y los irritantes, e impedir su acción sobre los tejidos.** Los agresores capaces de inducir una quemadura química son los ácidos, las bases, los oxidantes, los reductores, los quelantes y algunos solventes.
La solución de lavado activa es también hipertónica con el fin de detener la penetración del corrosivo o del irritante en el interior de los tejidos.
El lavado activo, con soluciones como la solución Diphotérine® y la solución Hexafluorine®, tiene como meta prevenir o disminuir las secuelas inherentes a la quemadura química ■

DE LA QUEMADURA QUÍMICA

FACTORES DE GRAVEDAD	MÉTODOS DE ACCIÓN	SÍNTOMAS Y CONSECUENCIAS	PUNTOS DE ACCIÓN

> Tipo de reacción química elemental
- ácido-basica
- oxido-reducción
- solvatación
- alkilación...

> Nivel energético de la reacción
Agresividad intraseca del producto
- pKa y pKb
- potencial redox...

> Concentración molar
> a 0.2 N

> Superficie de tejidos afectada
En porcentaje de la superficie corporal o en cm^2 (especificamente para los efectos sistémicos en las proyecciones de HF)

> Tiempo de contacto
- tiempo para empezar el lavado activo
- retraso en caso de lavado previo con agua
- solución de lavado no activa

> Factores agravantes
- temperatura
- partículas sólidas (por ejemplo sosa en escamas)
- proyecciones con presión
- viscosidad...

> Destrucción de las células y de los tejidos
- sobre el ojo
- sobre piel sana
- sobre piel dañada

> Inflamación
Dolor

después limpieza (Detersión)

Cicatrización

Restitutio ad integrum

> Secuelas
- opacidad corneal
- queloide
- esclerosis retráctil

Rápidez y calidad de la atención primaria

Figura 1: Quemadura química y factores agravantes

2 LA SOLUCIÓN DIPHOTÉRINE®

2.1 – MECANISMO DE LA SOLUCIÓN DIPHOTÉRINE®

> La solución Diphotérine® es una solución de lavado polivalente de las proyecciones químicas oculares y cutáneas.

Es **hipertónica** y contiene un **anfótero quelante multisitio**.

Posee un doble potencial:

- las **propiedades mecánicas del lavado con un líquido**,
- **propiedades adicionales químicamente activas y quelantes** que permiten tanto acelerar como optimizar el proceso de descontaminación.

- Por su hipertonicidad, la solución Diphotérine® impide que el producto químico penetre en profundidad, y permite crear un flujo inverso capaz de extraerlo de los tejidos.
- Su carácter anfótero y los distintos sitios reactivos de la molécula le permiten actuar sobre los irritantes y los corrosivos (ácidos, bases, oxidantes, reductores…) que causan la quemadura química. ■

2.2 – LAVADO CON LA SOLUCIÓN DIPHOTÉRINE®: ¿QUÉ PUEDE APORTAR RESPECTO AL AGUA?

> De la misma forma que con el agua, la rapidez de utilización de la solución Diphotérine® tiene como meta evitar la aparición de la quemadura química. Cuanto más rápidamente se utilice la solución Diphotérine®, menor será el tiempo de contacto con el producto químico. Por lo tanto, se minimizará el riesgo de aparición de lesiones químicas.

En lo que se refiere a la acción sobre el corrosivo, la solución Diphotérine®, en comparación con el agua, permite detener la agresividad del producto químico (ácido, base, oxidante, reductor o quelante) mucho más rápida y eficazmente con un pequeño volumen de lavado (Figura 2). ■

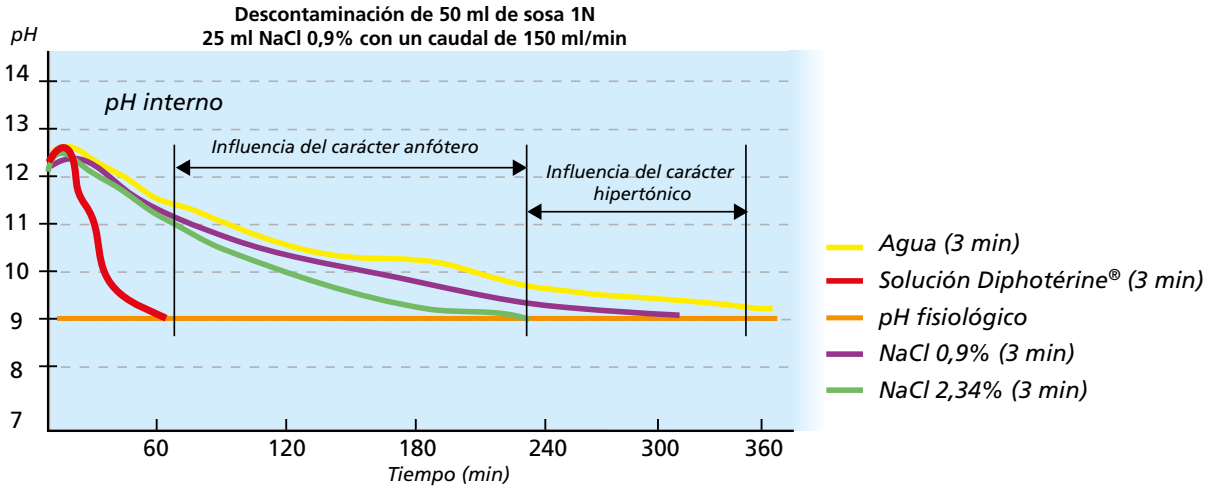


Figura 2: Influencia de la presión osmótica y de las propiedades anfóteras sobre la eficacia del lavado.

LA SOLUCIÓN DIPHOTÉRINE®

> La solución Diphotérine® demostró su eficacia tanto experimentalmente como clínicamente. El análisis de estos datos se apoya en tres niveles de pruebas científicas.

• Datos clínicos convergentes:

A pesar de las dificultades para realizar estudios sobre los primeros auxilios en el ámbito laboral y de los límites inevitables en la interpretación de los resultados, numerosos datos recogidos en humanos proporcionan elementos convergentes.

Los testimonios de utilización de la solución Diphotérine® han sido relatados por las empresas (4). Generalmente transmitidos por el médico de la empresa, se les puede criticar individualmente, bien por un problema de metodología, bien por un problema de interpretación. Pero cuando agrupamos todos estos testimonios, a saber varios centenares de casos de utilización de la solución Diphotérine®, de la coherencia del conjunto emanan certezas sobre su eficacia:

- ausencia de efectos deletéreos,
- disminución de la sensación de dolor,
- ninguna o poca necesidad de cuidados secundarios,
- ninguna o poca baja laboral,
- ausencia de secuelas.

El Institut National de Recherche et de Sécurité (Francia) quiso comprobar, de forma independiente, la eficacia de los distintos métodos de descontaminación de las proyecciones de productos químicos, entre ellos la solución Diphotérine®. Para ello, se efectuó una investigación (5) con la ayuda de médicos de empresa de numerosas empresas en Francia. 73 empresas respondieron inicialmente. El estudio se basa entonces en más de 60 accidentes y muestra la acción de la solución Diphotérine® sobre una muestra variada de productos químicos. La solución Diphotérine®, utilizada según el protocolo recomendado, es siempre al menos tan eficaz como el agua. El seguimiento de esta investigación (6) ponía de manifiesto que los resultados parecían superiores sobre las bases concentradas con un total de 145 casos de proyecciones químicas estudiados. Esto fue confirmado por el estudio realizado por Martinswerk (4), que permitió confirmar la superioridad del lavado con la solución Diphotérine® sobre las bases, en términos de eficacia y seguridad de lavado, a pesar de pequeñas series estadísticas:

Solución de lavado	Solución Diphotérine®	Ácido acético	Agua
No hay atención secundaria	100 % ± 15	0 % ± 15	0 % ± 15
Atención secundaria sencilla	0 % ± 15	80 % ± 15	25 % ± 15
Atención secundaria medicalizada	0 % ± 15	20 % ± 15	75 % ± 15
Días de baja laboral	0.18 ± 0.4	2.91 ± 4.3	8 ± 8.12

$p < 0.05$

Algunos casos expuestos por separado también pueden ser muy significativos: si se toman los casos de 2 proyecciones cutáneas extensas de ácido sulfúrico concentrado de concentración equivalente (95%): una, lavada con agua, condujo a secuelas funcionales y a 6 meses y medio de baja laboral, otra lavada con la solución Diphotérine® no provocó ninguna secuela y no hubo baja laboral (7) ■

2 LA SOLUCIÓN DIPHOTÉRINE®

• Datos experimentales in vivo que confirman los resultados clínicos:

Cuando aparece la quemadura química, dos fenómenos condicionan su evolución:
- la fase de detersión (inflamación, destrucción), que se amplifica,
- la fase de reparación (cicatrización), que disminuye, en caso de quemadura química.

Los estudios experimentales *in vivo* confirmaron que cuando la evolución de la quemadura química se detiene, la reparación de los tejidos dañados se efectúa en mejores condiciones. La eficacia del lavado con la solución Diphotérine® ha sido comparada (8,9) con el lavado con suero fisiológico sobre una quemadura cutánea de ácido clorhídrico concentrado en ratas. La solución Diphotérine® detiene la evolución de la quemadura química, lo que tiene como consecuencias:

- **una disminución significativa de la sensación de dolor** (disminución de las concentraciones en sustancia P en las 48 primeras horas, $p < 0,05$; aumento de la concentración en ß-endorfina después de 7 días, $p < 0,05$),

- **una disminución de la inflamación** (disminución de la interleucina 6 a 48h, $p < 0,01$; a 7 días, $p < 0,05$).

- **una mejor reparación de los tejidos** (tamaño de la lesión a 7 días: solución Diphotérine® 4 mm versus suero fisiológico 6 mm, sin lavado 12 mm)

El estudio de una quemadura ocular de amoniaco al 15,3% en conejos (10) permitió inicialmente entender el mecanismo de la quemadura por amoniaco y poner en relieve el interés de una atención secundaria incluso tardía de esa quemadura. Este modelo experimental de quemadura se probó luego para comparar **la eficacia de la solución Diphotérine® versus el suero fisiológico (11)**.
El lavado con la solución Diphotérine® muestra:

- **una ausencia de edema estromal** mientras que sí se observa después de un lavado con suero fisiológico o en ausencia de lavado,

- **una inflexión del pH**, que no se observa después de un lavado con suero fisiológico o sin lavado.

La presencia de un edema estromal, que resulta de la inflamación causada por la quemadura y el efecto hipotónico del lavado, se reconoce como factor agravante de la evolución de la quemadura química (12) ■

• Datos experimentales ex vivo / in vitro que permiten explicar los resultados clínicos:

Estos estudios han permitido comprender y confirmar los resultados clínicos obtenidos. Uno de ellos (13) compara la eficacia de distintas soluciones de lavado por simple dosificación de 5 ml de sosa o ácido clorhídrico 0.5 M y muestra el límite químico del agua sobre los corrosivos. A pesar de una adición de agua que representa 50 veces la contaminación por sosa o por ácido clorhídrico, el agua no restablece el pH a valores fisiológicos:

Producto	Adición de agua (250 ml)	Adición solución Diphotérine® (Previn®) (100ml)
Sosa 0.5 M	pH 11.8	pH < 9
Ácido clorhídrico 0.5 M	pH 2	pH 6.3

Zona fisiológica (no hay quemadura): 5.5 < pH < 9

Un experimento sobre ojos de cerdo enucleados ha permitido medir el efecto del lavado sobre la evolución del pH intraocular en función de un lavado más o menos precoz: sólo un lavado con la solución Diphotérine® permite una mejora del pH intraocular, incluso si el lavado empieza de forma tardía.

En esta misma publicación, se muestra el límite físico del lavado con agua sobre cultivos de fibroblastos. El agua es hipotónica. Cuando hay quemadura química, la presión osmótica de la córnea aumenta hasta 1 280 mosmoles/kg. Lavar con una solución hipotónica (como el agua) puede implicar un choque osmótico y una citólisis (destrucción de las células después de una hinchazón). Ver también la publicación de Kompa y coll (14) sobre el efecto directo de la osmolaridad de la solución de lavado sobre la osmolaridad de la córnea.

El cuadro siguiente permitirá aclarar las ventajas del uso de la solución Diphotérine® ■

2 LA SOLUCIÓN DIPHOTÉRINE®

AGUA		SOLUCIÓN DIPHOTERINE®	
Ventajas	Límites	Ventajas	Límites
Arrastre en superficie		Arrastre en superficie	
Dilución		Dilución	
Polivalente		Polivalente	Eficacia teórica y experimental, probada sobre las grandes familias químicas. Comprobar en cada caso para productos específicos
	Hipotónica, **Favorece la penetración de una parte del producto químico dentro de los tejidos**	Hipertónica **Detiene la penetración del producto químico, crea un flujo del interior hacia el exterior de los tejidos**	
	No hay acción sobre el producto químico, **Evolución de la quemadura química**	Acción "neutralizante" sobre el potencial irritante o corrosivo del producto químico **Detiene la evolución de la quemadura**	
		Anfótera **Permite una vuelta rápida hacia un pH fisiológico**	
	Plazo de intervención óptimo: los primeros 10 segundos	**Plazo de intervención óptimo: un minuto** 6 veces superior Aumento de la seguridad en los primeros auxilios	
	Posibilidad de secuelas funcionales importantes o incluso fatales (3)	EDisminuye o evita las secuelas (en comparación con el agua) **Mejor prevención de la aparición de la quemadura química**	
	En algunos casos, tratamientos largos y complejos, con cirugía reparadora (3)	Disminuye o evita los tratamientos (en comparación con el agua) **Prevención de la aparición de secuelas** Disminuye las bajas laborales	No debe eximir de una consulta médica especializada en todos los casos
No tóxico	**Respetar la caducidad o hacer un mantenimiento semanal**	No tóxico, estéril	Respetar la caducidad

LA SOLUCIÓN DIPHOTÉRINE®

Un estudio publicado recientemente (15) muestra el interés de utilizar la solución Diphotérine® incluso en casos de atención tardía, dentro de las primeras horas tras el accidente. El estudio constata que, para estadios equivalentes de quemaduras oculares, la ventaja de un lavado con la solución Diphotérine® versus un lavado con suero fisiológico antes de un tratamiento de la quemadura química por producto básico. Este estudio muestra una reducción significativa del tiempo de reepitelización de la córnea:

Tiempo de reepitelización en número de días	Solución Diphotérine®	Suero fisiológico	Valor de *p*
Grado I	1.9 +/- 1	11.1 +/- 1.4	$p < 10^{-7}$
Grado II	5.6 +/- 4.9	10 +/- 9.2	$p < 0.02$
Grado III	20 +/- 14.1	45.2 +/- 23	$p = 0.21$ NS

Ningún Grado IV ocular con la solución Diphotérine®

Se ha publicado un estudio (16) que relata un caso de quemadura química ocular severa (grado IV). Muestra el beneficio de un lavado tardío con la solución Diphotérine® y describe el tratamiento complementario asociado, cuyo principal objetivo es disminuir la inflamación y el dolor así como prevenir la infección. El caso evolucionó hacia una reepitelización progresiva en menos de 21 días y una cicatrización completa y estable a los 180 días sin acto quirúrgico.

Resumen de las ventajas de utilizar la solución Diphotérine® versus agua o suero fisiológico		
Resultados de la solución Diphotérine®	A nivel ocular (amoniaco en conejos (10, 11))	A nivel cutáneo (ácido clorhídrico en ratas (8, 9))
in vivo *versus* suero fisiológico	- Disminución del edema corneal - Disminución del pH extraocular - Disminución del pH intraocular	- Disminución del dolor - Disminución de la inflamación - Disminución del tiempo de cicatrización de los tejidos
Clínicos en el ámbito industrial (3) *versus* agua	- Disminución de los cuidados secundarios, - Disminución de las bajas laborales, - Disminución de las secuelas.	
Clínicos En el ámbito hospitalario (15, 16) *versus* suero fisiológico	- Disminución del tiempo de cicatrización	

El interés de la solución Diphotérine® es que actúa directamente sobre el corrosivo o el irritante. Esta acción tiene como consecuencia impedir la instalación o minimizar los fenómenos inflamatorios que se establecen muy precozmente en respuesta a la agresión por una proyección química cutánea u ocular. De ahí la necesidad, para una eficacia óptima, de una intervención inmediata en el mismo lugar del accidente y, por lo tanto, de la presencia de la solución Diphotérine® en el lugar de trabajo, para un uso de primera intención ■

▶ **50 ML PARA 1 OJO**
INTERVENCIÓN EN LOS 10 SEGUNDOS

2 LA SOLUCIÓN DIPHOTÉRINE®

2.3 – ¿EN QUÉ CASO Y CÓMO UTILIZAR LA SOLUCIÓN DIPHOTÉRINE®?

> La solución Diphotérine® está indicada para el lavado de emergencia de cualquier proyección química ocular o cutánea. Posee una actividad limitada sobre las proyecciones de ácido fluorhídrico por el doble mecanismo corrosivo y tóxico de este ácido. Se preferirá en estos casos un lavado con la solución Hexafluorine®, que responde muy específicamente a estos dos imperativos.

Empezado en el primer minuto y con toda la cantidad del envase, el lavado externo con la solución Diphotérine® tiene como objetivo prevenir o minimizar la aparición de las lesiones y, por lo tanto, los riesgos de secuelas ■

PROTOCOLO DE LAVADO CON LA SOLUCIÓN DIPHOTÉRINE®

Lavar de primera intención y cuanto antes para una eficacia óptima **en el primer minuto**
y
desnudar y/o **retirar las lentillas**.
Reanudar el lavado utilizando todo el envase.

Consultar con un especialista

INSTRUCCIONES GENERALES

Nunca retrasar un lavado

Lo más aconsejable es utilizar la solución Diphotérine® a disposición in situ

A falta de solución Diphotérine®, utilizar agua y trasladar al hospital

PARA EL LAVADO OCULAR:

> **Un contacto de duración inferior a un minuto requiere 3 minutos de lavado**, es decir, todo el contenido de un frasco lavaojos o un portátil lavaojos de 500 ml.

Se observa un plazo mínimo de aproximadamente 10 segundos antes del principio de la penetración del agresor químico. Por ello, el agua puede ser parcialmente eficaz, en particular con corrosivos débiles. Sin embargo, por su hipotonicidad, el agua crea un flujo hacia el interior de los tejidos desde la superficie hacia la profundidad de la córnea. En la práctica, eso permite al corrosivo penetrar más rápida y profundamente hacia la cámara anterior (13).

▶ **500 ML PARA 1 OJO**
INTERVENCIÓN EN EL MINUTO

LA SOLUCIÓN DIPHOTÉRINE®

> **Caso específico del LIS** (Lavaojos Individual Esterilizado):
La descontaminación con un LIS, es decir, 50 ml de solución Diphotérine® necesita un lavado en los primeros 10 segundos. En caso de que el lavado no haya comenzado en los primeros 10 segundos, es necesario completarlo con un frasco lavaojos o lavaojos portátil de 500 ml.

> **Lentillas:** de manera general se desaconseja llevar lentillas en un puesto de trabajo, sin protección y con exposición al riesgo químico. Idealmente, es preferible llevar gafas de seguridad graduadas. Existe la posibilidad de utilizar sobregafas por encima de gafas correctoras, estas últimas no constituyen por sí mismas una protección suficiente. En el caso de llevar lentillas, es necesario quitárselas lo más rápido posible con el fin de evitar un exceso de concentración del producto químico o una degradación de la lentilla que entorpecería la eficacia del lavado en los primeros segundos. ■

EN CASO DE PROYECCIÓN CUTÁNEA, en el primer minuto:

> **Utilizar una Micro DAP** (Ducha Autónoma Portátil) (100 ml) o Mini DAP (200 ml), para una proyección cutánea del orden de una superficie equivalente respectivamente a una mano o un brazo.
> Para una proyección química corporal más extensa, utilizar una **DAP de 5 litros**.

EN CASO DE CONTACTO CON LAS MUCOSAS BUCALES, en el primer minuto:

> Se puede hacer un enjuague con la solución Diphotérine® escupiéndola después.

2.4 – ATENCIÓN SECUNDARIA DE UNA PROYECCIÓN QUÍMICA LAVADA CON LA SOLUCIÓN DIPHOTÉRINE®

2.4.1 – Comprobaciones médicas

Se pueden presentar tres casos en el examen:

1° caso: ausencia de lesión

Caso frecuente, debido a una buena aplicación del protocolo de la solución Diphotérine®. Habitualmente no se observa ningún daño ni se requiere tratamiento secundario; por lo tanto, generalmente no hay baja laboral.

2° caso: lesiones benignas *(En el ojo : grado I y II de la clasificación de Roper-Hall).*

Las manifestaciones benignas observadas en las diferentes situaciones siguientes se refieren más a menudo al ojo que a la piel. Son posiblemente retardadas de 24 o 48h. Se trata de signos inflamatorios banales (simple rojez ocular y ligera sensación de dolor). Necesitan la aplicación de un protocolo terapéutico generalmente antiinflamatorio y/o anti infeccioso, por el especialista. En efecto, está probado, sobre todo a nivel ocular (12), que un buen control de los fenómenos inflamatorios es indispensable para una evolución rápidamente favorable de la cicatrización.

Diferentes causas posibles de estas lesiones benignas. Pueden deberse a:

2 LA SOLUCIÓN DIPHOTÉRINE®

- Posibles efectos secundarios propios de un eventual tratamiento médico prescrito (por ejemplo reacción a algunos componentes de colirios farmacéuticos). Los conocimientos fundamentales adquiridos y un sistema de vigilancia muy riguroso, aplicado desde hace muchos años, eliminan toda posibilidad de interferencia negativa de la solución Diphotérine® utilizada previamente al tratamiento médico.
- La naturaleza del agresor químico
  - producto en forma sólida, responsable de una erosión de la córnea de origen mecánica con una inflamación,
  - de carácter sensibilizante (por ejemplo, solución de cromo),
  - proyección bajo presión…
- El incumplimiento del protocolo de lavado inicial
  - lavado tardío,
  - lavado insuficiente,
  - lavado inicial con agua (presión osmótica prácticamente nula. En estos casos, se facilita la penetración del corrosivo hacia el interior de los tejidos lo que implica lesiones más profundas),
  - Utilización de la solución Diphotérine® en baño ocular, sin efecto de arrastre.

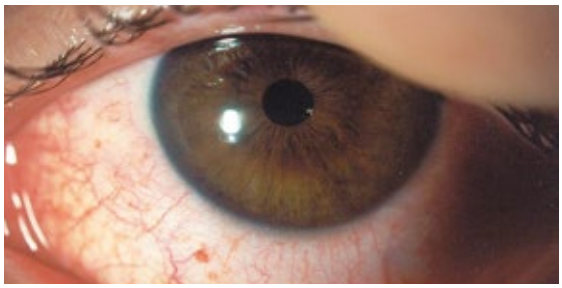
3° caso: Lesiones graves *(En el ojo: grado III o IV de la clasificación de Roper-Hall)*

Generalmente se deben a un lavado tardío observado después de accidentes domésticos o, menos a menudo, en agresiones con productos químicos. Dependiendo de la gravedad de la quemadura y de su evolución, es indispensable aplicar un tratamiento complementario, más o menos complejo y largo. Estos casos requieren un enfoque muy especializado y más o menos complejo en el ámbito hospitalario.

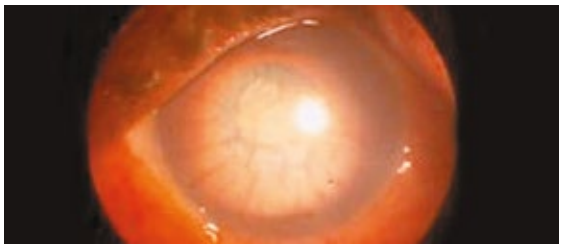
Examen clínico: Señales de gravedad de una quemadura ocular química (17)

La hiperemia conjuntival, enrojecimiento ocular difuso por simple vasodilatación de los vasos conjuntivales es **un signo sin gravedad**, prueba de una simple irritación conjuntival.

La isquemia conjuntivo-límbica (zona blanquecina): parada de la circulación sanguínea en los vasos conjuntivo-límbicos. La extensión de esta isquemia es el signo cardinal de la gravedad de la quemadura.
Una isquemia superior a la mitad de la circunferencia límbica es un factor de pronóstico peyorativo. Esta isquemia a menudo se asocia a una quemosis (edema de la conjuntiva formando un reborde), generalmente hemorrágica (manchas rojas).



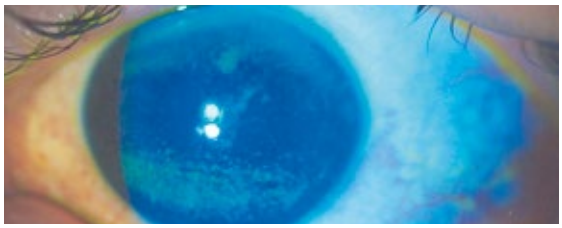
El edema de la córnea será la causa de una reducción de la transparencia donde solamente se podrá vislumbrar el iris o podrá ser más completa (córnea de porcelana). Hay entonces reducción de la agudeza visual.
Una úlcera de córnea total (afectando toda la superficie corneal) **y profunda** (sobre el epitelio y el estroma corneal) **es una señal de gravedad.** Paradójicamente, en estos casos, la agudeza visual puede conservarse.



▶ **100 ML PARA 1 MANO**
INTERVENCIÓN EN EL MINUTO

LA SOLUCIÓN DIPHOTÉRINE®

Examen clínico: señales de gravedad de una quemadura ocular química (14) ***sigue…***

En ataques corneales mínimos de tipo **queratitis punteada superficial**, la agudeza se ve a menudo mermada.	
Lesiones asociadas	**- Quemaduras de los párpados, 1° 2° o 3° grado** **- Quemaduras de la cara o de otras partes del cuerpo, cuya importancia puede poner en juego el pronóstico vital**

2.4.2 – Cómo actuar en el servicio médico de la empresa

Un lavado con la solución Diphotérine® realizado según las recomendaciones de PREVOR, en urgencia y con toda la cantidad del envase, permite evitar la aparición de la quemadura o disminuir considerablemente su gravedad.

> PARA UNA PROYECCIÓN OCULAR

Asegurarse de que el lavado con la solución Diphotérine® empezó:

- con un Lavaojos Individual Esterilizado (LIS) (50 ml) en los primeros 10 segundos siguientes a la proyección,
- con un Lavaojos (500 ml) en el primer minuto,

Si no, en caso de un contacto superior a un minuto con la entidad agresiva, la quemadura química podría desarrollarse. En este caso se debe reanudar el lavado inicial realizado con 500 ml de solución Diphotérine® y seguir con un segundo lavado de una duración ideal de 5 minutos. La quemadura química constituye una agresión biológica con reacción inflamatoria de los tejidos oculares. La solución Diphotérine® actúa para detener esta agresión. Utilizar a continuación un frasco de solución Afterwash II®, solución isotónica a la córnea para facilitar un restablecimiento más rápido del estado fisiológico.

> PARA UNA PROYECCIÓN CUTÁNEA

Asegurarse de que el lavado con la solución Diphotérine® comenzó en el primer minuto. Si no, en caso de un contacto superior a un minuto, reanudar el lavado con la solución Diphotérine® y prolongarlo, si fuese necesario, 3 a 5 veces el tiempo de contacto.
A continuación, en todos los casos, derivar al paciente a un especialista que decidirá, con más precisión, la conducta a seguir en función de las lesiones iniciales constatadas ■

▶ 200 ML PARA UN ANTEBRAZO / 1 CARA
INTERVENCIÓN EN EL MINUTO

2 LA SOLUCIÓN DIPHOTÉRINE®

2.4.3 – Atención especializada o en el hospital

CLASIFICACIÓN DE LA QUEMADURA QUÍMICA OCULAR (Roper-Hall), pronóstico y protocolo terapéutico

según estudio clínico (15) comparativo, solución Diphotérine®, versus suero fisiológico

Grado	*Examen clínico inicial*	*Pronóstico de evaluación*	*Protocolo terapéutico después de un lavado con 500 ml*
1	Úlcera epitelial, no hay isquemia límbica	Favorable	Comprobación de la vacuna antitetánica, rifamicina 6 veces/día, ácido ascórbico 2% 6 veces/día, tropicamida 6 veces/día
2	Edema corneal Isquemia < 1/3 de la circunferencia límbica		
3	Úlcera corneal total > 1/3 e Isquemia > 1/2 de la circunferencia límbica	Desfavorable	Comprobación de la vacuna antitetánica, rifamicina 6 veces/día, ácido ascórbico 2% 6 veces/día, dexametasona asociada a neomicina 6 veces/día durante 7 días, atropina 1% 3 veces/día, 1 g de ácido ascórbico por vía oral 3 veces/día y colocación de anillos de simbléfaron. El tratamiento se mantiene hasta reepitelización corneal completa.
4	Córnea opaca con iris no visible Isquemia > 1/2 de la circunferencia límbica		

Un caso de grado IV ocular recientemente publicado ha mostrado los beneficios de usar la solución Diphotérine® en estas condiciones (16). Se atendió al paciente más o menos una hora después de la agresión y se le realizó un lavado ocular con un litro de solución Diphotérine®. Para este paciente, se utilizó el tratamiento descrito en el cuadro anterior.

El teléfono de emergencias de PREVOR (+33 1 30 34 76 76) está a su disposición en horas laborables GMT +1, Francia) para facilitarles cualquier información adicional o ayuda ■

2.5 – Composición, inocuidad y clasificación de la solución Diphotérine®

- Composición y propiedades de la solución Diphotérine®

- Solución acuosa salina a base de solución Diphotérine®, no contiene fosfato
- Líquido límpido e incoloro
- pH entre 7.2 y 7.7
- Densidad: 1.034
- Presión osmótica: 820 mosmoles/kg
- Solución estéril (por autoclave)

La solución Diphotérine® es un dispositivo de clase IIa y por lo tanto, un producto sanitario regulado que lleva, en virtud de la normativa, el marcado CE.

▶ 5 L PARA LAVAR
UN CUERPO ENTERO
INTERVENCIÓN EN EL MINUTO

LA SOLUCIÓN DIPHOTÉRINE®

- Datos toxicológicos de la solución Diphotérine®

Las pruebas de inocuidad realizadas sobre la solución Diphotérine® se resumen en este cuadro:

Prueba	Resultados	Referencias
Irritación ocular	No irritante	Prueba n°133/4, en conejos, Safepharm Laboratories Limited, UK, 1987
Evaluación *in vitro* del potencial de irritación ocular de un dispositivo médico	No hay potencial citotóxico o irritante para el ojo después de un tiempo de contacto corto (10 minutos) o largo (24 horas)	Prueba n°REL/032/05/IRRO/ELB, sobre cultivos de fibroblastos humanos, prueba Integra, Italia, 2005
Irritación cutánea	No irritante	Prueba n°2005-024, *in vitro*, Dermal Irritection® test method, Integra, Italia, 2005
Irritación ocular de un residuo de lavado de un ácido con la solución Diphotérine®	No irritante	Prueba n°6463 TAL, en conejos, ácido clorhídrico, Centre International de Toxicologie, Francia, 1990
Irritación ocular de un residuo de lavado de una base la solución Diphotérine®	No irritante	Prueba n°6462 TAL, en conejos, sosa, Centre International de Toxicologie, Francia, 1990
Toxicidad por vía oral	DL_{50} oral > 2000 mg/kg ; no tóxico, no hay muerte, evolución ponderal normal, no hay anomalía post mortem	Prueba n°6564 TAR, en ratas, Centre International de Toxicologie, Francia, 1990
Toxicidad por vía dérmica aguda	DL_{50} dérmico agudo > 2000 mg/kg; no tóxico, no hay muerte, no hay señales de toxicidad sistémica o irritación cutánea, evolución ponderal normal, no hay anomalía post mortem	Prueba n°133/9, en ratas, Safepharm Laboratories Limited, UK, 1988
Sensibilización	Clasificada como no alergizante	Prueba n°20030418ST, método de Magnusson y Kligman CERB en conejillos de indias, OECD 406, Francia, 2003 (15)
Mutagénesis	Clasificada no mutágeno, prueba de Ames negativa	Prueba n°29023 MMT, Prueba de mutación inversa bacteriana sobre Salmonela typhimirium TU 1535, TU 1537, TA98, TU 100et TU 102, Escherichia Coli WP2 uvrA, Centre International de Toxicologie, Francia, 2005
Citotoxicidad	No citotóxico	Test n°REL/003/06/IRRC/ELB, norma ISO 10993-5, Integra, Italia, 2006
Potencial antiinflamatorio	No antiinflamatorio; no hay efecto citotóxico o irritante observado sobre un modelo de epidermis humano 3D	Prueba n°REL/011/06/FUNZ/ELB, pruebas *in vitro* MTT + potencial pro irritación IL-1a, Integra, Italia, 2006
Tolerancia local cutánea piel lesionada/piel sana (prueba no oclusiva y semi-oclusiva – 24H)	Ningún efecto irritativo o tóxico	Prueba n°20060537TL, en conejos, CERB, Francia, 2007
Tolerancia local cutánea (prueba oclusiva – 48H en voluntarios sanos)	No irritante	Prueba n°1.01-48H, en Humanos, IDEA, Francia, 2007

2 LA SOLUCIÓN DIPHOTÉRINE®

NO SE HA OBSERVADO NINGÚN EFECTO SECUNDARIO DESDE EL PRINCIPIO DE LA COMERCIALIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN DIPHOTERINE®.

EL USO DE LA SOLUCIÓN DIPHOTERINE® NO PRESENTA NINGUNA CONTRAINDICACIÓN.

> PRECAUCIÓN DE USO

Para evitar cualquier contaminación microbiana, conservar los envases cerrados. Los lavaojos en formato bolsa flexible, si se percuten con antelación, podrán conservarse seis meses. No utilizar después de la fecha de caducidad que figura en los envases.

> EFECTOS NO DESEADOS Y MOLESTOS

La quemadura química es una agresión de los tejidos. La solución Diphotérine®, gracias a su hipertonicidad, permite detener la penetración (13) y extraer el producto químico. Por un contacto de 1 minuto con el producto químico, un lavado con 500 ml de solución Diphotérine® permite prevenir o minimizar la aparición de la quemadura. Si el contacto es superior a 1 minuto, es posible que aparezca una quemadura química.

La osmolaridad de una córnea sana es de 420 miliosmoles/L.

La osmolaridad de una córnea agredida por un corrosivo puede llegar a 2000 miliosmoles/L. (debido a la ionización del agresor químico y al hecho de la liberación de electrolitos en el momento de la lisis de los tejidos).

Precisamente para minimizar el choque osmótico, es indispensable utilizar una solución de lavado hiperosmolar ya que presenta un efecto muy benéfico comparado con un lavado con agua.

Una vez eliminado el corrosivo, la presión osmótica residual de la córnea es, generalmente, del orden de 800 miliosmoles/L. Para favorecer un restablecimiento del estado fisiológico, lo más suave posible, puede resultar útil y cómodo utilizar después y como complemento de la solución Diphotérine, una solución especial "Afterwash II®" isotónica a la córnea. Esta solución es más adecuada que el simple suero fisiológico, hipotónico a las lágrimas y, por supuesto, que el agua, cuya osmolaridad casi nula crea un segundo trauma osmolar en sentido inverso sobre un tejido ya potencialmente dañado.

> EN QUÉ CASO NO UTILIZAR LA SOLUCIÓN DIPHOTÉRINE®

Tiene una acción limitada sobre las proyecciones de ácido fluorhídrico por el doble mecanismo corrosivo y tóxico de este ácido. Un lavado con la solución Hexafluorine® responde más específicamente a estos dos imperativos.

No utilizar en caso de proyección de fósforo blanco y aplicar mejor, sobre la piel, un tratamiento de primeros auxilios de quemadura térmica (tipo gel de agua).

La solución Diphotérine® está en proceso de experimentación para el tratamiento de quemaduras químicas por ingestión pero aún no ha sido validada. Sin embargo, ya se ha probado y ha sido clasificada como no tóxica por ingestión.

> CLASIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN DIPHOTÉRINE®

- Solución de lavado,
- Dispositivo médico,
- Clase IIa, estéril,
- CE 0459, certificado CE inicial obtenido: septiembre de 1996, se ha mantenido la certificación al 31 de enero de 2007 con auditoría de control ■

3 LA SOLUCIÓN HEXAFLUORINE®

3.1 – MECANISMO DE ACCIÓN DE LA SOLUCIÓN HEXAFLUORINE®

La solución Hexafluorine® es una solución de lavado específica para las proyecciones oculares y cutáneas de ácido fluorhídrico (HF) (Figura 3) y de los fluoruros en medio ácido (ex: trifluoruro de boro). La solución Hexafluorine® es una solución de lavado hipertónica con propiedades quelantes.

Por lo tanto posee un doble potencial:

- las propiedades mecánicas del lavado con agua
- las propiedades adicionales activas químicamente y quelantes que permiten a la vez acelerar y optimizar el proceso de descontaminación.
  - Su hipertonicidad permite a la solución Hexafluorine® impedir que el producto químico penetre (10) en los tejidos y permite incluso crear un flujo opuesto capaz, objetivamente, de extraerlo hacia la superficie de los tejidos.
  - Su carácter neutralizante y quelante le permite actuar a la vez sobre los componentes corrosivos (H+) y tóxicos (F-) que causan la gravedad específica de la quemadura por este ácido ■

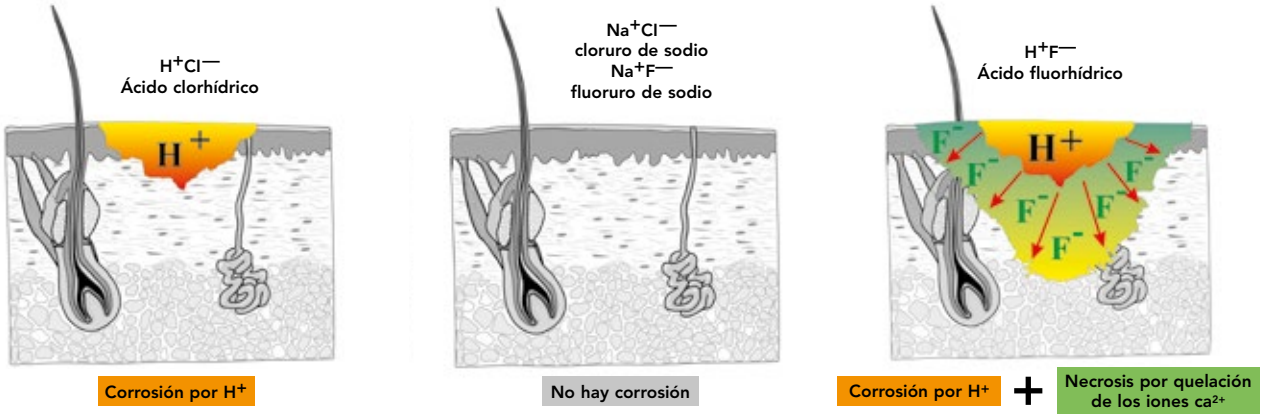
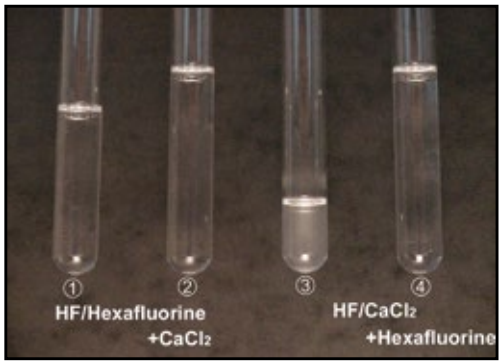


Figura 3: Mecanismo de acción del ácido fluorhídrico

Las fotos de la figura 4 permiten poner de relieve *in vitro*, la acción de la solución Hexafluorine® sobre los iones fluoruros (F^-).
La quelación, principalmente de iones de calcio por los iones fluoruros, tanto a nivel intracelular en el lugar de contacto como en la sangre que circula, explica su efecto tóxico. Una superficie de difusión, incluso restringida, puede conducir a un riesgo de hipocalcemia con trastornos cardíacos potencialmente mortales.



La solución Hexafluorine®, capturando el ion F-, libre o precipitado, impide este mecanismo tóxico.

Figura 4: Muestra la acción de la solución Hexafluorine® sobre los iones de flúor libres y precipitados

•①y②: 1ml de HF 1N y 7ml de solución Hexafluorine®: cuando se añaden 2ml de CaCl2 0,01N (tubo 2), **ningún precipitado CaF_2** se forma
•③y④: 1ml de HF 1N y 2ml de $CaCl_2$ 0,01N (un precipitado CaF_2 se forma) Tubo 4: se añaden 7ml de solución Hexafluorine®: **la solución Hexafluorine® captura el flúor precipitado y los fluoruros:** la solución vuelve a ser límpida (foto a + 1 hora).

3.2 - LAVADO CON LA SOLUCIÓN HEXAFLUORINE® ¿QUÉ PUEDE APORTAR CON RESPECTO AL AGUA?

3.2.1 - Reactividad química *in vitro*

> El pF (potencial en ion fluoruro) es la medida de los iones F^-, como el pH la de los iones H^+. Cuanto más alto es el pF, menor es la cantidad de ion F^- libre. Para un valor de pF superior a 5, se considera que el producto no representa peligro (pF fisiológico) ■

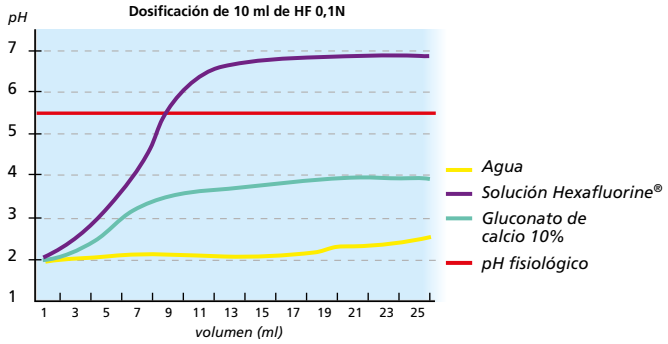


Figura 5: Eficacia de la solución Hexafluorine® sobre los iones corrosivos H+ en comparación con el agua y con una solución de gluconato de calcio

> De la misma forma que con el agua, la rapidez de utilización de la solución Hexafluorine® tiene como meta evitar la aparición de la quemadura química por HF. Cuanto más rápido sea el uso de la solución Hexafluorine®, menor será el contacto con el ácido fluorhídrico y menor será el riesgo de aparición de la quemadura química ■

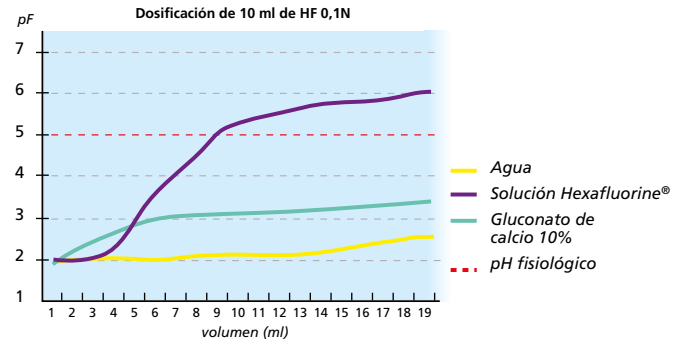


Figura 6: Eficacia de la solución Hexafluorine® sobre los iones de fluoruros libres en comparación con el agua y con una solución de gluconato de calcio

3.2.2 - Demostración dinámica y física de la eficacia del lavado

> La técnica de la OCT (Tomografía de coherencia óptica – Alta Resolución) permite, sobre muestras de córnea, visualizar la penetración del producto químico irritante o corrosivo en el interior de la córnea. Un estudio reciente (18) ha demostrado la penetración completa del ácido fluorhídrico 2,5% en la córnea en 240s. Este estudio muestra que la solución Hexafluorine® detiene rápidamente la penetración del ácido fluorhídrico, con una córnea que permanece clara después de 75 min de observación. Comparativamente, las córneas lavadas con agua o con gluconato de calcio 1% están opacas, fenómeno característico de una quemadura severa por HF ■

Córnea control: Quemadura HF sin lavado

Quemadura HF lavada con agua

Quemadura HF lavada con gluconato de calcio 1%

Quemadura HF lavada con la solución Hexafluorine®

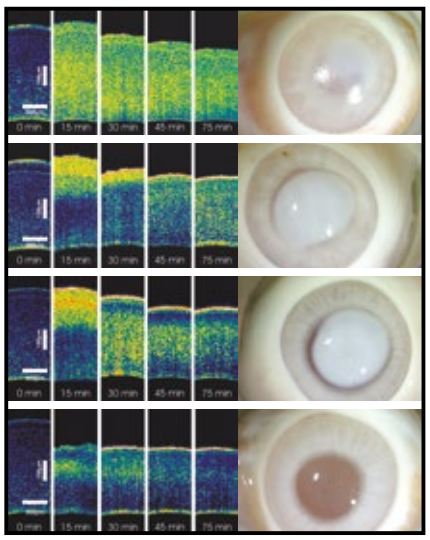
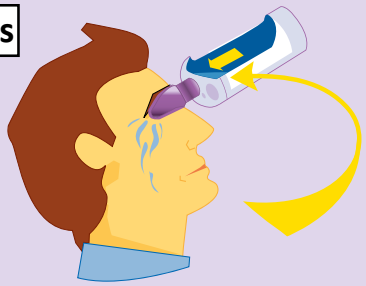


Figura 7: Muestra la influencia de diferentes soluciones de lavado sobre la penetración de HF en ojos de conejo ex vivo, 20s de exposición, 25µl de HF 2,5% (quemadura de grado 2), 15 min de lavado

Lavaojos



▶ 500 ML PARA 1 OJO
INTERVENCIÓN EN EL MINUTO

LA SOLUCIÓN HEXAFLUORINE®

La solución Hexafluorine® permite neutralizar rápidamente el potencial corrosivo y tóxico del HF con un bajo volumen de lavado mientras que la adición progresiva de agua solo diluye la solución de ácido fluorhídrico. La mezcla residual HF/ agua sigue siendo muy agresiva.

Se realizaron dos experimentos *in vivo* (21) :

- **EVOLUCIÓN DE LA QUEMADURA**

> Un primer estudio se ha llevado a cabo sobre una quemadura cutánea por HF al 70% durante 20 segundos para observar los efectos histológicos comparativos entre un lavado con agua, un lavado con agua seguido de una aplicación local de gel de gluconato de calcio al 2,5% y un lavado con solución Hexafluorine®. La intensidad de las reacciones se estableció según la escala de Draize modificada.

Las principales observaciones referentes al grado de la quemadura después de un lavado pudieron resumirse de la siguiente manera:

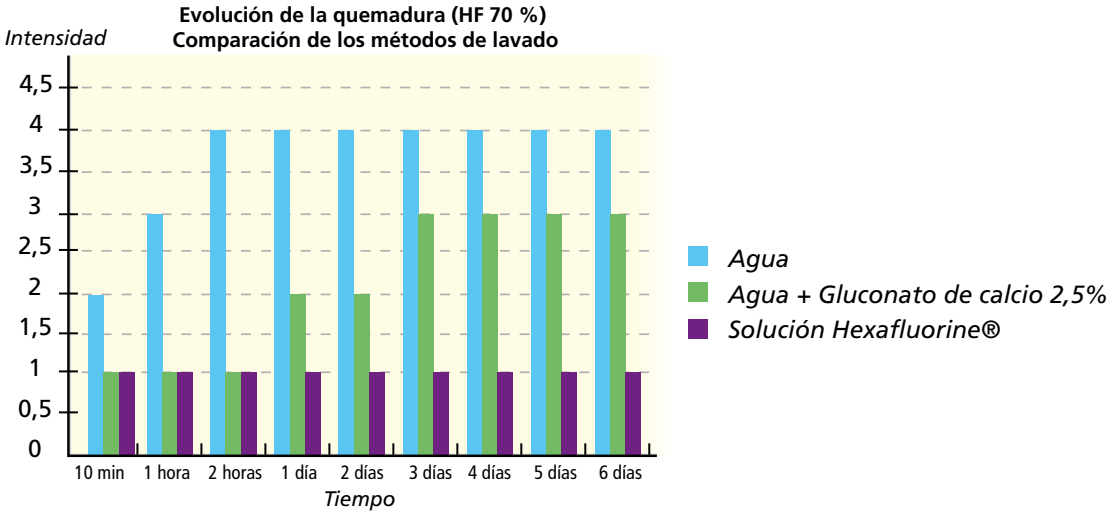


Figura 8: Comparación de la eficacia de métodos de lavado después de una exposición cutánea experimental de 10 minutos con 25 µl de HF al 70% (quemadura grado 2).

El lavado con agua, que no atrapa el ácido fluorhídrico, es insuficiente para detener la evolución de la quemadura que se convierte rápidamente en una quemadura grave.

La utilización del gluconato de calcio impide la aparición de la quemadura, al menos en las primeras 24 horas, pero una aplicación única no es suficiente para eliminar todos los iones fluoruros. Al detener el tratamiento, una quemadura reaparece, ya que la tasa residual de fluoruros libres se mantiene por encima del límite de toxicidad.

El empleo inmediato de un quelante potente como la solución Hexafluorine® suprime la acción del ácido fluorhídrico y no permite a los iones F- unirse con el calcio de los tejidos. La observación de los animales durante 6 días no muestra ninguna secuela después de un lavado único con la solución Hexafluorine® mientras que el agua requiere un tratamiento complementario y el gluconato de calcio unas aplicaciones o inyecciones múltiples ■

• EVOLUCIÓN DE LA CALCEMIA

> En un segundo estudio in vivo, se ha medido la evolución de la calcemia (Figura 9) durante 5 días en ratas contaminadas por ácido fluorhídrico al 70%.

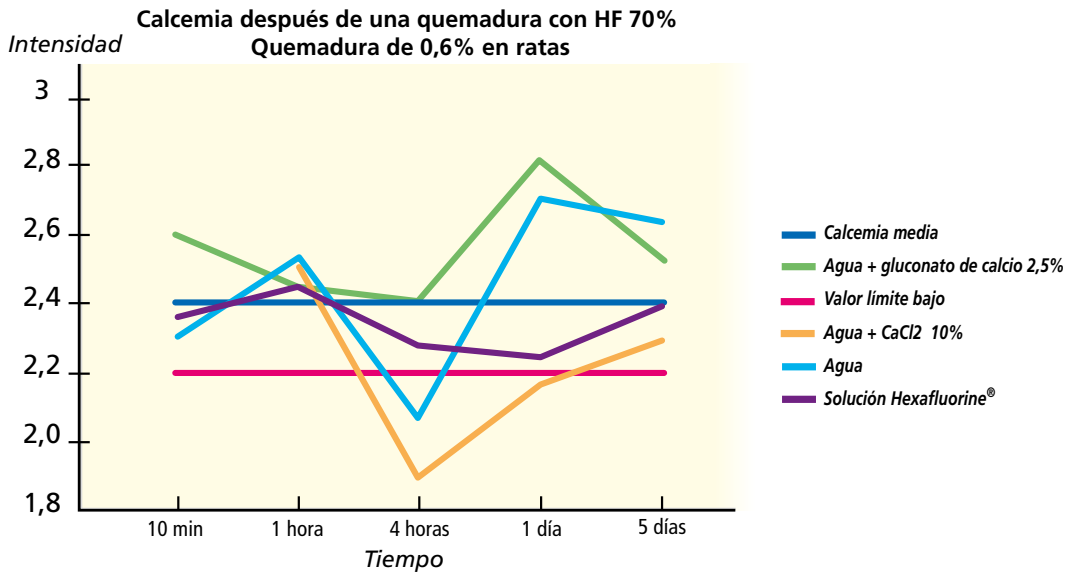


Figura 9: Comparación de la evolución de la calcemia después de la descontaminación de una quemadura cutánea experimental con HF al 70%

> El análisis de los datos pone de manifiesto que el lavado con agua, con agua + $CaCl_2$ o con agua + gluconato de calcio tienen resultados similares después de una hora. Estadísticamente hablando, las medidas de calcemia hechas entre 10 min y 1 h son idénticas. Se constata una hipocalcemia importante al cabo de 4 h (para los lavados con agua y con agua + $CaCl_2$ 10%). y una mejora a las 24 h seguida de una estabilización. **Los resultados pusieron claramente de manifiesto que la calcemia se mantiene normal y estable después de un lavado con la solución Hexafluorine®** ■

• ESTUDIOS DE CASOS

> En la literatura científica se publicaron 32 casos de proyecciones oculares o cutáneas de ácido fluorhídrico, solo o mezclado, concentrado (70%) o diluido, lavadas con solución Hexafluorine®. Entre estos casos, 5 podrían haber presentado un riesgo letal según la clasificación propuesta por Dunser (25), pero para la mayoría de los casos, los resultados fueron los siguientes:

- Tras cada lavado, el paciente constató muy rápidamente el cese del dolor, facilitando el resto de la descontaminación.
- No se relató ninguna secuela en el conjunto de los casos. Las bajas laborales derivadas de estos casos fueron mínimas: un día de media (19, 20, 21) ■

DAP

▶ 5 L PARA LAVAR UN CUERPO ENTERO EN EL PRIMER MINUTO

LA SOLUCIÓN HEXAFLUORINE®

5 casos y controles descontaminados en emergencia con la solución Hexafluorine® (1)

Número de casos	Proyección de	Superficie corporal afectada	Tipo de lavado	Consecuencias
1	Baño HF/HCl	Inmersión total	SOLUCIÓN HEXAFLUORINE® sobre el cuerpo	Quemaduras leves en el abdomen y la espalda
			Ducha ocular con agua	Quemadura grave en el ojo izquierdo
1	HF 70% vapor	Mejilla derecha	SOLUCIÓN HEXAFLUORINE®	Eritema leve no doloroso. Aplicación al día siguiente de gel de gluconato de calcio, sin baja laboral
1	HF 38%	Un ojo	SOLUCIÓN HEXAFLUORINE®	Sin quemadura, sin baja laboral
2	HF 5%	Cuerpo	SOLUCIÓN HEXAFLUORINE®	Sin quemadura, sin baja laboral

SERIE DE 16 CASOS EN OUTOKUMPU (AVESTA, varias plantas, Suecia) (22)
Descontaminación con la solución Hexafluorine®

Número de casos	Proyección de	Superficie corporal afectada	Tiempo de contacto	Baja laboral
2	70% HF	Antebrazo izquierdo– cavidad bucal	< 1 min	0 - 1
1	HF (concentración desconocida)	Un ojo	< 1 min	0
2	HF/HNO_3 pH=1	Un ojo	< 1 min	0 - 0
1	HF/HNO_3 pH=1*	Un ojo	3 - 5 min	3
1	HF/HNO_3 pH=1	Dos ojos	< 1 min	0
1	HF/HNO_3 pH=1	Un muslo	< 1 min	0
2	HF/HNO_3 pH=1	Dos muslos	1h - 1h30	2 - 2
1	HF/HNO_3 pH=1*	Cara	3 - 5 min	3
2	HF/HNO_3 pH=1	Cara + cavidad bucal - Frente	< 1 min	1 - 1
3	HF/HNO_3 pH=1	Antebrazo– Brazo + mano– Dos codos	< 1 min	0 - 0 - 1
1	HF/HNO_3 pH=1	Muñecas	2 h	0
RESULTADOS	**Efecto antálgico inmediato, sin secuela. En el 75% de los casos, incluso en las dos proyecciones con HF al 70%, no se informó de ningún cuidado secundario y la media de los días de baja laboral es inferior a 1 día (σ= 1.1)**			

Mezcla HF/HNO_3: HF 6% y HNO_3 15%
**preparación que incluye ácido sulfúrico (H_2SO_4) de concentración desconocida.*

LAVAOJOS

DAP

3 LA SOLUCIÓN HEXAFLUORINE®

SERIE DE 11 CASOS EN MANNESMANN (Remscheid, Alemania) (23)

Proyección	**HF 40%**	HF 6% / HNO_3 15%	**HF 40%**	HF 6% / HNO_3 15%
Número de casos	**1**	1	**5**	5
% Superficie afectada	**1 ojo***	1 ojo	**0.2 – 1 – 4.5 – 4.5 – 16.5***	0.2 – 2.25 – 4 – 4.5 - 10.5
Primer lavado (en el lugar del accidente)	**Solución HEXAFLUORINE®**	Solución HEXAFLUORINE®	**Solución HEXAFLUORINE®**	Solución HEXAFLUORINE®
Segundo lavado (en Enfermería)	**Solución HEXAFLUORINE®**	Solución HEXAFLUORINE®	**Solución HEXAFLUORINE®**	Solución HEXAFLUORINE®
RESULTADOS	**Sin secuelas, sin necesidad de cuidados secundarios, sin baja laboral**			

** proyección a la vez ocular y cutánea por HF al 40%*

3.3 - ¿EN QUÉ CASO Y CÓMO UTILIZAR LA SOLUCIÓN HEXAFLUORINE®?

> La solución Hexafluorine® está indicada para el lavado de emergencia de proyecciones oculares y cutáneas de ácido fluorhídrico y de fluoruros en medio ácido.

Utilizada en el primer minuto después de la proyección y aplicando toda la cantidad del envase, el lavado externo con la solución Hexafluorine® tiene como objeto prevenir o minimizar la aparición de lesiones y en consecuencia los riesgos de secuelas. ■

PROTOCOLO DE LAVADO CON LA SOLUCIÓN HEXAFLUORINE®

Lavar de primera intención **y cuanto antes para una** eficacia óptima **en el primer minuto y**

desnudar y/o retirar las lentillas.

Reanudar el lavado utilizando todo el envase.

Consultar con un especialista.

INSTRUCCIONES GENERALES

Nunca retrasar el lavado.

Lo más aconsejable es utilizar la solución Hexafluorine® puesta a disposición en el puesto de trabajo.

A falta de la solución Hexafluorine®, utilizar el agua.

Según el protocolo médico de la empresa, aplicar después localmente un antídoto específico tipo gluconato de calcio.

PARA EL LAVADO OCULAR:

> Menos de un minuto de contacto con el producto químico requiere 3 minutos de lavado, es decir, un frasco lavaojos o un lavaojos portátil de 500 ml.

Se observa un plazo mínimo de aproximadamente 10 segundos antes de que empiece a penetrar el agresor químico. Es por esta razón que el agua puede ser a veces eficaz, en particular, con corrosivos débiles. Sin embargo, el agua por su hipotonicidad crea un flujo del exterior hacia el interior de la córnea. En la práctica, eso permite al corrosivo penetrar más rápida y profundamente hacia la cámara anterior (13).

> **Lentillas:** de manera general se desaconseja llevar lentillas en un puesto de trabajo, sin protección y con exposición al riesgo químico. Idealmente, es preferible llevar gafas de seguridad graduadas. Existe la posibilidad de utilizar sobregafas por encima de gafas correctoras, estas últimas no constituyen por sí mismas una protección suficiente. En el caso de llevar lentillas, es necesario quitárselas lo más rápido posible con el fin de evitar un exceso de concentración del producto químico o una degradación de la lentilla que entorpecería la eficacia del lavado en los primeros segundos. ■

EN CASO DE PROYECCIÓN CUTÁNEA:

> En caso de proyección química corporal y un tiempo de contacto con el agente agresivo inferior a 1 minuto, utilizar una DAPF (Ducha Autónoma Portátil) de 5 litros.

EN CASO DE CONTACTO CON LAS MUCOSAS BUCALES, EN EL PRIMER MINUTO

> Se puede hacer un enjuague con la solución Hexafluorine® escupiéndola después.

3.4 - ATENCIÓN SECUNDARIA DE UNA PROYECCION QUÍMICA LAVADA CON LA SOLUCIÓN HEXAFLUORINE® EN EL SERVICIO MÉDICO DE LA EMPRESA

Un lavado con la solución Hexafluorine®, realizado según las recomendaciones de PREVOR, de urgencia y con toda la cantidad del envase, permite evitar la aparición de la quemadura o disminuir considerablemente su gravedad.

> EN CASO DE PROYECCIÓN OCULAR

Asegurarse de que el lavado con la solución Hexafluorine® haya comenzado en el primer minuto con un Lavaojos mural o portátil (500 ml).
Si no, en caso de que el tiempo de contacto sea superior a un minuto, reanudar el lavado con la solución Hexafluorine® y seguir lavando, si fuese necesario, 3 a 5 veces el tiempo de contacto para detener la reacción del corrosivo. En caso de lavado tardío, el riesgo sistémico requiere todavía más atención médica.
La quemadura por HF constituye una doble agresión que determina la gravedad, observada muy a menudo, de las lesiones oculares. La solución Hexafluorine® actúa para detener esta agresión. Utilizar a continuación la solución de lavado Afterwash II®, solución isotónica para la córnea que facilita un restablecimiento más rápido del estado fisiológico.

> EN CASO DE PROYECCIÓN CUTÁNEA

Asegurarse de que el lavado con la solución Hexafluorine® haya empezado en el primer minuto. Si no, en caso de que el tiempo de contacto sea superior a un minuto, reanudar el lavado con la solución Hexafluorine® y seguir lavando, si fuese necesario, 3 a 5 veces el tiempo de contacto para detener la reacción del corrosivo. En caso de lavado tardío, el riesgo sistémico requiere todavía más atención médica.

Después, en todos los casos, derivar al paciente a un especialista que decidirá, con más precisión, la conducta a seguir en función de las lesiones iniciales constatadas.

- Efectos de la quemadura por ácido fluorhídrico (23):

Concentración > 50%	dolor inmediato y necrosis rápida
Concentración 20% - 50%	quemadura retardada de 1 a 8 h
Concentración < 20%	dolor y necrosis retardada hasta más de 24h

- Riesgo sistémico letal en quemaduras por ácido fluorhídrico (24):

Vía de entrada	Superficie afectada	Concentración HF
Quemadura por contacto	1 %	anhidro
	5 %	> 70 %
	7 %	50 - 70 %
	10 %	20 - 50 %
	20 %	< 20 %
Ingestión de HF		> 5 %
Inhalación de HF		

> QUEMADURA OCULAR

Debido a la discordancia frecuente entre el aspecto inicial y la gravedad de los daños secundarios, cada quemadura ocular por ácido fluorhídrico debe ser atendida. El tratamiento ocular de las quemaduras químicas por HF es similar al tratamiento de las otras quemaduras químicas; se pueden utilizar antídotos específicos según el protocolo médico de la empresa y durante la atención prehospitalaria y hospitalaria. ■

> QUEMADURA CUTÁNEA

1) Tratamiento médico

Generalmente, después de la descontaminación de emergencia, los protocolos recomiendan la utilización de antídotos específicos por vía tópica, en inyecciones subcutáneas, o intravenosas (técnica del Bloqueo de Bier), en inyecciones por vía arterial (para los dedos o la mano) como el gluconato de calcio o las sales de Zephiran® (24). Se puede asociar un tratamiento analgésico sintomático. Una vigilancia de las funciones cardiovasculares puede justificarse debido a la difusión sistémica según la superficie cutánea afectada y la concentración ■

2) Pruebas complementarias

Solicitar análisis biológicos especialmente si la quemadura sobrepasa un 1% de la superficie corporal:

- calcemia,
- kaliemia,
- magnesemia
- fosforemia.

Caso-control de quemadura por ácido fluorhídrico (20)

Un trabajador, de 45 años, recibió una proyección cutánea de HF al 70% (cara, cuello, un brazo y abdomen, con un riesgo de efecto sistémico letal, ver cuadro, apartado 3.4), mientras comprobaba una válvula. Se realizó un lavado inmediato con agua en el lugar del accidente durante 15 minutos, luego con suero fisiológico durante el transporte al hospital. El paciente recibió inyecciones IV de Ca^{2+} y de Mg^{2+} así como aplicaciones locales de gel de gluconato de calcio. Además, varias desfibrilaciones han sido necesarias.

▶ 1 AÑO DE BAJA LABORAL

Caso-control de descontaminación con la solución Hexafluorine (22)

Un trabajador de 40 años recibió una proyección de HF al 40% mientras efectuaba un transvase. Esta proyección es ocular y cutánea y corresponde al 16,5% de la superficie afectada (ojos, cara, cuello, tórax, con un riesgo de efecto sistémico letal, ver cuadro, apartado 3.4).
Se realizó un lavado inmediato con la solución Hexafluorine® sobre los ojos y el cuerpo en el lugar del accidente. El personal médico realizó un segundo lavado con la solución Hexafluorine® en la enfermería de la empresa.
En el hospital constataron una ausencia de secuelas, sin necesidad de cuidados secundarios.

▶ SIN BAJA LABORAL

3.5 – COMPOSICIÓN, INOCUIDAD Y CLASIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN HEXAFLUORINE®

> COMPOSICIÓN Y PROPIEDADES DE LA SOLUCIÓN HEXAFLUORINE®

- Líquido salino a base de solución Hexafluorine®, no contiene fosfato
- Líquido límpido e incoloro
- pH comprendido entre 7.2 y 7.7
- Densidad: 1.047
- Presión osmótica: 1030 mosmoles/kg
- Solución estéril (por autoclave)

La solución Hexafluorine® es un dispositivo de clase IIa y por lo tanto un producto sanitario regulado que lleva, en virtud de la normativa, el marcado CE.

> INOCUIDAD DE LA SOLUCIÓN HEXAFLUORINE®

Prueba	Resultados	Referencias
Irritación ocular	No irritante	Prueba n°133/8, en conejos, Safepharm Laboratories Limited, UK, 1987
Irritación cutánea	No irritante	Prueba n°133/7, en conejos, Safepharm Laboratories Limited, UK, 1987
Sensibilización	Clasificada como no alergizante	Prueba n°20040231STC, método de Magnusson y Kligman CERB en conejillos de indias, CERB, Francia, 2004
Toxicidad por vía oral	DL_{50} oral > 2000 mg/kg ; no tóxico, no hay muerte, evolución ponderal normal, no hay anomalía post-mortem	Prueba n°990533ST, en ratas, CERB, Francia, 2000

> PRECAUCIÓN DE USO

Para evitar cualquier contaminación microbiana, conservar los envases cerrados. Los lavaojos en formato bolsa flexible, si se percuten con antelación, podrán conservarse seis meses.
No utilizar después de la fecha de caducidad que figura en los envases.

> EFECTOS NO DESEADOS Y MOLESTOS

La quemadura ocular por HF constituye una agresión. La solución Hexafluorine®, gracias a su hipertonicidad permite detener la penetración (13) y también extraer el HF. Para 1 minuto de contacto con el ácido fluorhídrico, un lavado con 500 ml de solución Hexafluorine® permite prevenir o minimizar la aparición de la quemadura química. Si el contacto es superior a 1 minuto, la quemadura química habrá aparecido.

La osmolaridad de una córnea sana es de 420 miliosmoles/L.

La osmolaridad de una córnea agredida por un corrosivo puede llegar a 2000 miliosmoles/L (debido a la ionización del agresor químico y al hecho de la liberación de electrolitos en el momento de la lisis de los tejidos).

Precisamente para minimizar el choque osmótico, es indispensable utilizar una solución de lavado hiperosmolar ya que presenta un efecto muy benéfico comparado con un lavado con agua.

Una vez eliminado el corrosivo, la presión osmótica residual de la córnea es, generalmente, del orden de 800 miliosmoles/L. Para favorecer un restablecimiento del estado fisiológico, lo más suave posible, puede ser útil y cómodo utilizar después y como complemento de la solución Hexafluorine®, una solución especial "Afterwash II®" isotónica a la córnea. Esta solución es más adecuada que el simple suero fisiológico, hipotónico a las lágrimas y por supuesto, que el agua cuya osmolaridad casi nula crea un segundo trauma osmolar en sentido inverso sobre un tejido ya dañado potencialmente.

> EN QUÉ CASO NO UTILIZAR LA SOLUCIÓN HEXAFLUORINE®

La solución Hexafluorine® tiene una acción reducida sobre las soluciones básicas. Un lavado con la solución Diphotérine® responde mucho mejor a esta problemática.
Actualmente no existe programa de evaluación para las quemaduras por ingestión pero ha sido probada y clasificada como no tóxica por ingestión.

> CLASIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN HEXAFLUORINE®

- Solución de lavado
- Dispositivo médico
- Clase IIa, estéril
- CE 0459, certificado CE inicial del 30 de septiembre de 1996, se ha mantenido la certificación al 31 de enero de 2007 con auditoría de control.

4 CONCLUSIÓN

Mejora del cuidado de las proyecciones químicas

La solución Diphotérine® aporta una respuesta polivalente a los agresores químicos. Mejora la atención de las proyecciones químicas oculares y cutáneas y, para una eficacia óptima, alarga el plazo de intervención en primeros auxilios hasta 1 minuto después de la proyección. Cuando el plazo de intervención es superior a 1 minuto, la quemadura química habrá aparecido. La utilización un poco más tardía de la solución Diphotérine® permitirá detener la acción del producto químico sobre los tejidos y minimizar la evolución de la quemadura, así como sus manifestaciones dolorosas e inflamatorias. Al limitar la quemadura, la solución Diphotérine® permite en segundo lugar aplicar, en mejores condiciones, protocolos terapéuticos según la gravedad de la quemadura.

La solución Hexafluorine® mejora la atención de las proyecciones oculares y cutáneas de ácido fluorhídrico o fluoruros en medio ácido. Utilizada en el primer minuto, su eficacia es óptima. Si el tiempo de contacto es superior a un minuto, aplicar como complemento un tratamiento basado en un antídoto quelante de fluoruro como el gluconato de calcio.

5 BIBLIOGRAFÍA

1. Mathieu L, Burgher F, Blomet J. Comparative evaluation of the active eye and skin chemical splash decontamination solutions Diphoterine and Hexafluorine with water and other rinsing solutions: Effects on burn severity and healing [Comparación de las soluciones activas de descontaminación de proyecciones químicas Diphotérine® y Hexafluorine® con agua y otras soluciones de lavado: impactos sobre la severidad de las quemaduras y la cicatrización]. Revista Chemical Health And Safety, 2007, 14, N°4, 32-39

2. Flammiger A, Maibach H. Sulfuric Acid Burns (Corrosion and Acute Irritation) : Evidence-based Overview to Management] [Quemaduras por ácido sulfúrico (corrosión e irritación) : Balance de los diferentes tipos de atención] Cutaneous and Occular Toxicology, 2006, 25, N° 1, 55 - 61

3. Hall AH, Maibach H. Water Decontamination of Chemical Skin/Eye Splashes : A Critical Review [Descontaminación con agua de proyecciones cutáneas/oculares: una revisión crítica] Cutaneous and Occular Toxicology, 2006, 25, N°2, 67 - 83

4. Hall AH, Blomet J, Mathieu L. Diphoterine® for Emergent Eye/Skin Chemical Splash Decontamination : A Review [Diphoterine® para la descontaminación urgente de las proyecciones químicas oculares y cutáneas: un estudio]. Vet Hum Toxicology 2002, 44, 4, 228-231

5. Falcy M, Blomet J. Primeros cuidados en caso de proyecciones oculares, primeros resultados de investigación. DMT 1993, 53, 1.o trimestre, 33-41

6. Falcy M, Blomet J. "Evaluación de la eficacia de los primeros auxilios en proyecciones de productos químicas. DMT 1997, 70, 2.o trimestre, 137-146

7. Cartas testimoniales, a consultar en www.prevor.com

8. Cavallini M, Casati A. A prospective randomized, blind comparison between saline, calcium gluconate and Diphotérine® for washing skin acid injuries in rats: effects on substance P and b-endorphin release. [Un estudio comparativo prospectivo, seleccionado al azar, en ciego, entre el suero fisiológico, el gluconato de calcio y la Diphotérine® para el lavado de quemaduras ácidas cutáneas en ratas: efecto sobre la liberación de la sustancia P y - endorfina]. European Journal of Anaesthesiology, 2004, 21, 389-392

9. Cavallini M, de Brocard F, Corsi MM, Fassati LR, Baruffaldi Preis FW. Serum pro-inflammatory cytokines and chemical acid burns in rats [Cytokines pro inflamatorios y quemadura química ácida en ratas]. Annals of burns and Fire Disasters 2004-vol xVII-n°2, 84-87

10. Gérard M, Luis V, Merle H, Josset P, Menerath JM, Blomet J. Estudio experimental sobre la penetración intraocular del amoníaco. J Fr Ophtalmol 1999, 22, 10, 1047-1053

11. Gérard M, Josset P, Luis V, Menerath JM, Blomet J, Merle H. ¿Existe un plazo para el lavado ocular externo en el tratamiento de una quemadura ocular por amoníaco? Comparación de dos soluciones de lavado: suero fisiológico y Diphotérine®J Fr Ophtalmol 2000; 23, 5, 449-458

12. Kubota M, Fagerholm P. Corneal alkali burn in the rabbit. Water balance, healing and transparency. [Quemadura córnea por base en conejos. Efecto del agua, cicatrización y transparencia]. Acta Ophthalmol Scand 1991,69, 635-640

13. Schrage NF, Rihawi R, Frentz M, Reim M. Akuttherapie von Augenverätzungen [Tratamiento urgente de las quemaduras oculares químicas y térmicas]. Klin Monastbl Augenheilkd 2004, 221(4), 253-261

14. Kompa S, Schareck B, Tympner J, Wüstemeyer H, Schrage NF. Comparison of emergency eye-wash products in burned porcine eyes [Comparación de soluciones de lavado urgente sobre ojos de cerdos quemados]. Graefe's Arch Clin Exp Ophtalmol 2002, 240, 308-313

15. Merle H, Donnio A, Ayeboua L, Michel F, Thomas F, Ketterle J, Leonard C, Josset P, Gérard M. Alkali ocular burns in Martinique (French West Indies) Evaluation of the use of an amphoteric solution as the rinsing product [Quemaduras oculares por base en Martinica, evaluación de la utilización de una solución anfótera como producto de lavado]. Burns, 2005, 31, 205-211

16. Gérard M, Merle H, Chiambaretta F, Rigal D, Schrage N. An amphoteric rinse used in the emergency treatment of a serious burn [Una solución de lavado anfótera en el tratamiento de primeros auxilios de una quemadura grave]. Burns, 2002, 28, 670-673

17. Gérard M, Dalens PH, Denion E, Huguet P. Práctica oftalmológica para el médico generalista", Publicado por ADOG (Asociación para el desarrollo de la oftalmología en Guyana, ISBN 2-9521800-0-8) www.adog973.org

18. Schrage, NF, Frentz, M, Spöler, Först, M. Kurz, H. Dynamic analysis of hydrofluoric acid penetration and decontamination on the eye by means of optical coherence tomography. Poster Congrès EAPCCT Avril 2007 (Athènes, Grèce) – accepté pour publication dans Burns.

19. Mathieu L, Burgher F, Hall AH. Diphoterine®, chemical splash decontamination solution: skin sensitization study in the guinea pig [La Diphotérine®, solución de descontaminación de las proyecciones químicas: estudio de sensibilización cutánea en conejillos de indias]. Cutaneous and Ocular Toxicology, 2007;26(3), 181-187

20. Mathieu L, Nehles J, Blomet J, Hall AH. Efficacy of Hexafluorine®, for emergent decontamination of hydrofluoric acid eye and skin splashes [La Hexafluorine® para la descontaminación urgente de proyecciones oculares y cutáneas de ácido fluorhídrico]. Veterinary and Human Toxicology 2001, 43 (5), 263-265

21. HHall AH, Blomet J, Gross M, Nehles J. Hexafluorine for emergent decontamination of hydrofluoric acid eye/skin splashes [La Hexafluorine® : Una mejora para la descontaminación de las proyecciones oculares y cutáneas de ácido fluorhídrico]. Semiconductor and Safety Association Journal, 2000, summer, 14, 30-33

22. Söderberg K, Kuusinen P, Mathieu L, Hall AH. Hexafluorine®: An Improved Method for Emergent Decontamination of Ocular and Dermal Hydrofluoric Acid Splashes [La solución Hexafluorine®: Eficacia para la descontaminación urgente de las proyecciones oculares y cutáneas de ácido fluorhídrico]. Vet Hum Toxicol 2002, 46, 4, 216-218

23. Segal EB. First aid for a unique acid, HF: a sequel [Los primeros auxilios ante un único ácido:, HF: una secuela]. Chemical Health and Safety of the American Chemical Society 2000, 18-23

24. Dunser MW, Ohlbauer M, Rieder J, Zimmermann I, Ruatti H, Schwabegger AH, Bodrogi F, Huemer GM, Friesenecker BE, Mayr AJ, Lirk P. Critical care management of major hydrofluoric acid burns : a case report, review of the litterature, and recommendations for therapy [Gestión crítica de los cuidados de quemaduras graves por ácido fluorhídrico: un caso testimonio, un estudio de la literatura y unas recomendaciones terapéuticas]. Burns 2004, 30, 391-398

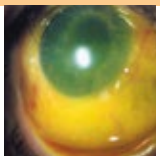
6

FICHAS DE SÍNTESIS

LA SOLUCIÓN DIPHOTÉRINE® EN LA PRÁCTICA

FICHA DE SÍNTESIS

1 NATURALEZA Y PROPIEDADES



> La solución Diphotérine® es una solución de lavado de las proyecciones químicas oculares o cutáneas. Colocada en el puesto de trabajo y utilizada como primeros auxilios, permite minimizar o evitar la aparición de una quemadura química, deteniendo la acción del irritante o corrosivo y su penetración gracias a sus propiedades quelantes, anfóteras e hipertónicas. La solución Diphotérine®, suministrada en envases adaptados, realiza y facilita una descontaminación eficaz, disminuyendo, en consecuencia, el dolor, la necesidad de cuidados secundarios, las secuelas y las bajas laborales. Un estudio clínico, realizado en el ámbito hospitalario, mostró el interés de un lavado incluso tardío con la solución Diphotérine® para el cuidado de las quemaduras químicas oculares, junto con un protocolo terapéutico para disminuir la inflamación y para prevenir la infección, favoreciendo igualmente la cicatrización. Un caso publicado de grado IV evolucionó también en una reepitelización progresiva en menos de 21 días y una cicatrización completa y estable durante 180 días sin intervención quirúrgica. ■

2 ¿CÓMO UTILIZAR ESTE DISPOSITIVO?

> En empresa

- Lavado en el primer minuto y de primera intención con todo el envase de solución Diphotérine®.

LIS	Lavaojos portátil	Micro DAP	Mini DAP	DAP
50 ml en los primeros 10 segundos	500 ml en el primer minuto	100 ml en el primer minuto para lavar una mano	200 ml en el primer minuto para lavar un brazo	5 litros en el primer minuto para lavar un cuerpo

> En urgencias hospitalarias

• En caso de proyección ocular

- Reanudar el lavado con 500 ml de solución Diphotérine® y después aplicar el protocolo terapéutico complementario. Clasificación de las quemaduras químicas oculares de Roper-Hall, pronóstico y protocolo terapéutico según «Oftalmología en urgencia», Dr. Tuil, de Nicola, Marin, Miléa y Baral, edición Elsevier-Masson 2007.

Grado I
Queratitis puntual superficial
Hiperemia, quemosis, hemorragia
Perilímbica sin isquemia
Sin opacidad estromal

Grado II
Desepitelización parcial
Isquemia límbica inferior a 1/3 de la circunferencia del limbo
Opacidad estromal que deja ver los detalles del iris

Grado III
Desepitelización total
Isquemia límbica entre 1/3 y 1/2 de la circunferencia del limbo
Opacidad estromal que tapa los detalles del iris

Grado IV
Desepitelización total
Isquemia límbica superior a ½ de la circunferencia del limbo
Estroma opaco
(todas las capas afectadas)

Tratamiento ambulatorio
- Colirio antibiótico
- Colirio cicloplejico
± Colirio ácido ascórbico 2%

↓

Pronóstico favorable

Tratamiento hospitalario
- Colirio antiinflamatorio y antibiótico (p. ej. neomicina-dexamethasona)
- Colirio cicloplejico
- Colirio ácido ascórbico 2%
- Ácido ascórbico por vía oral (3g al día)
- Anillo de Sinalefaron
± Transplante de membrana amniótica

↓

Pronóstico desfavorable

- **En caso de proyección cutánea**
  - Lavado con un volumen de solución Diphotérine® con relación a la superficie de exposición
  - Para una atención tardía, el lavado con la solución Diphotérine® puede prolongarse, 3 a 5 veces el tiempo de contacto si es necesario o realizando aspersiones regulares para conservar un medio húmedo y disminuir el dolor

3 INOCUIDAD

Prueba	Resultados	Referencias
Evaluación *in vitro* del potencial **de irritación ocular** de un dispositivo médico (10 min o 24 horas)	No citotóxico o irritante	Test n°REL/032/05/IRRO/ELB, test Integra, Italia, 2005
Irritación cutánea	No irritante	Test n°2005-024, *in vitro*, Dermal Irritection® test method, Integra, Italia, 2005
Sensibilización	No alergénico	Test n°20030418ST, CERB en conejillos de Indias, OECD 406, Francia, 2003
Toxicidad por vía oral	No tóxico: DL_{50} orale > 2000 mg/kg	Test n°6564 TAR, en ratas, CIT Francia, 1990
Tolerancia local cutánea (test oclusivo-48 h en voluntarios sanos)	No irritante	Test n°1.01-48h, en Humanos, IDEA, Francia, 2007

> Clase : Dispositivo médico de clase IIa

> Indicaciones terapéuticas

Lavado de proyecciones químicas oculares y cutáneas (o mucosas bucales, escupiendo la solución).

> Nombre y dirección del fabricante

PREVOR
PREVENIR Y SALVAR
Laboratorio de Toxicología & Dominio del Riesgo Químico

Moulin de Verville - F95760 Valmondois
Tél : +33130347676
www.prevor.com

4 CONTRAINDICACIONES

No existen interacciones negativas conocidas con las diferentes familias de medicamentos o dispositivos y en particular con colirios utilizados en los protocolos específicos de las quemaduras químicas.
No utilizar en caso de proyección de fósforo blanco. Preferir sobre la piel, un tratamiento de urgencia de quemadura térmica (tipo gel de agua).
La solución Diphotérine® está en experimentación para el tratamiento de quemaduras químicas por ingestión pero aún no ha sido validada. Sin embargo ha sido clasificada como no tóxica por ingestión.
La solución Diphotérine® tiene una acción limitada sobre las proyecciones de ácido fluorhídrico por el doble mecanismo corrosivo y tóxico de dicho ácido. Un lavado con la solución Hexafluorine® responde más específicamente a estos dos imperativos.

> Efectos no deseados o molestos

El sistema de vigilancia no ha puesto de manifiesto ningún efecto secundario.
El lavado con la solución Diphotérine® puede conllevar una sensación temporal de molestia ocular. La utilización secundaria de la solución Afterwash II®, isotónica a la córnea, lleva a una recuperación más rápida del estado fisiológico.

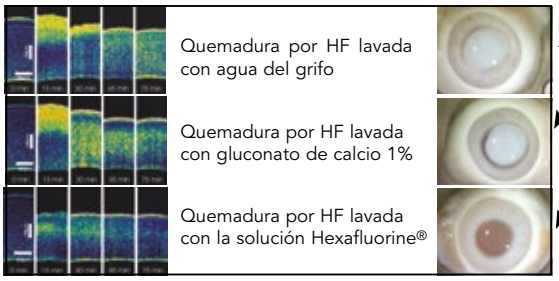
> Precaución de uso

Para evitar cualquier contaminación microbiana, conservar los envases cerrados. No utilizar después de la fecha de caducidad que figura en los envases.

LA SOLUCIÓN HEXAFLUORINE® EN LA PRÁCTICA

1 NATURALEZA Y PROPIEDADES

> La solución Hexafluorine® es una solución de lavado específica de las proyecciones oculares y cutáneas de ácido fluorhídrico (HF) y de flúores en medio ácido. Colocada en el puesto de trabajo y utilizada como primeros auxilios, permite minimizar o evitar la aparición de la quemadura, deteniendo las acciones corrosiva y tóxica de las soluciones HF y evitando su penetración en los tejidos gracias a sus propiedades quelante e hipertónica. La solución Hexafluorine®, suministrada en envases adaptados, realiza y facilita una descontaminación eficaz, disminuyendo el dolor, la necesidad de cuidados secundarios, las secuelas y las bajas laborales ■



Córnea opaca = quemadura

Córnea transparente = no hay quemadura

Cinética de descontaminación del ácido fluorhídrico revelada por la Técnica de Tomografía de Coherencia Óptica
(Spöler & al. Analysis of hydrofluoric acid penetration and decontamination of the eye by means of time-resolved optical coherence tomography / *Burns Sept. 13 - e.print*)

2 ¿CÓMO UTILIZAR ESTE DISPOSITIVO?

- **En empresa**
  - Lavado en el primer minuto y de primera intención con todo el envase de la solución Hexafluorine®.
  - Antídotos específicos, como el gluconato de calcio, pueden ser utilizados según el protocolo establecido por el médico responsable, en particular en caso de un lavado tardío, de un lavado insuficiente, cuando la quemadura ya ha aparecido.

Lavaojos portátil	DAP
500 ml en el primer minuto	5 litros en el primer minuto para lavar un cuerpo

> En urgencias hospitalarias

- **En caso de proyección ocular,** lavado con 500 ml de solución Hexafluorine® y después aplicar el protocolo terapéutico complementario. Clasificación de quemaduras químicas oculares de Roper-Hall, pronóstico y protocolo terapéutico según «Oftalmología en Urgencia» Dr. Tuil, de Nicola, Mann, Miléa y Baral ; edición Elsevier.

Grado I
Queratitis puntual superficial
Hiperemia, quemosis, hemorragia perilímbica sin isquemia
Sin opacidad estromal

Grado II
Desepitelización parcial
Isquemia límbica inferior a 1/3 de la circunferencia del limbo
Opacidad estromal dejando ver los detalles del iris

Grado III
Desepitelización total
Isquemia límbica entre 1/3 y 1/2 de la circunferencia del limbo
Opacidad estromal tapando los detalles del iris

Grado IV
Desepitelización total
Isquemia límbica superior a 1/2 de la circunferencia del limbo
Estroma opaco
(todas las capas afectadas)

Tratamiento ambulatorio
- Colirio antibiótico
- Colirio ciclopléjico
± Colirio ácido ascórbico 2%

↓

Pronóstico favorable

Tratamiento hospitalario
- Colirio antiinflamatorio y antibiótico (p. ej. neomicina-dexamethasona)
- Colirio ciclopléjico
- Colirio ácido ascórbico 2%
- Ácido ascórbico por vía oral (3g al día)
- Anillo de Sinalefaron
± Transplante de membrana amniótica

↓

Pronóstico desfavorable

- En caso de proyección cutánea
El uso de antídotos específicos por vía tópica, tales como el gluconato de calcio o las sales de Zephiran®, en inyecciones subcutáneas, o intravenosas (técnica del Bloqueo de Bier), en inyecciones intra-arteriales (para los dedos o la mano) está recomendado en la literatura. Se puede asociar un tratamiento analgésico sintomático. Una vigilancia de las funciones cardiovasculares puede justificarse debido a la difusión sistémica según la superficie cutánea afectada y la concentración.
Si la quemadura supera el 1% de la superficie corporal, se pedirán análisis complementarios: calcemia, kalemia, magnesemia, fosforemia.

> Clase : Dispositivo médico de clase IIa

> Indicaciones terapéuticas
Lavado de proyecciones oculares y cutáneas de ácido fluorhídrico y de fluoruros en medio ácido.

> Nombre y dirección del fabricante

PREVOR
PREVENIR Y SALVAR
Laboratorio de Toxicología & Dominio del Riesgo Químico

Moulin de Verville - F95760 Valmondois
Tél : +33130347676
www.prevor.com

3 INOCUIDAD

Prueba	Resultados	Referencias
Irritación ocular	No irritante	Prueba n°133/8, en conejos, Safepharm Laboratories Limited, UK, 1987
Irritación cutánea	No irritante	Prueba n°133/7, en conejos, Safepharm Laboratories Limited, UK, 1987
Sensibilización	No alergénico	Prueba n°20040231STC, método de Magnusson y Kligman CERB en conejillos de indias, CERB, Francia, 2004
Toxicidad por vía oral	No tóxico ; DL_{50} orale > 2000 mg/kg	Prueba n°990533ST, en ratas, CERB, Francia, 2000

4 CONTRAINDICACIONES

No existen interacciones negativas conocidas con las diferentes familias de medicamentos o dispositivos y en particular con colirios utilizados en los protocolos específicos de las quemaduras químicas.
Actualmente no existe programa de evaluación para las quemaduras por ingestión. Sin embargo ha sido clasificada como no tóxica por ingestión.
La solución Hexafluorine® tiene una acción reducida sobre las soluciones básicas. Un lavado con la solución Diphotérine® responde mucho mejor a esta problemática.

> Efectos no deseados o molestos

El sistema de vigilancia no ha puesto de manifiesto ningún efecto secundario.
El lavado ocular hipertónico con la solución Hexafluorine® puede dejar una sensación temporal de molestia ocular. El uso complementario de la solución Afterwash II®, isotónica a la córnea, lleva a una recuperación más rápida del estado fisiológico.

> Precaución de uso

Para evitar cualquier contaminación microbiana, conservar los envases cerrados.
No utilizar después de la fecha de caducidad que figura en los envases.

FORMULARIO DE VIGILANCIA:

FICHA DE SÍNTESIS

CUIDADO DE UNA QUEMADURA QUÍMICA

Gracias por cumplimentar esta ficha y remitirla por e-mail (contacto@prevor.com), o por fax (915 51 66 06). La recopilación de esta información permitirá completar una base de datos sobre la gestión y las consecuencias de las quemaduras químicas.

DATOS DEL ACCIDENTADO

Sexo: ☐ F ☐ M
Edad: .....años
Puesto:.....

DATOS SOBRE EL PRODUCTO QUÍMICO

☐ Nombre del producto químico: .....
Clase química: ☐ ácido - ☐ base **pH solución**:..... ☐ oxidante - ☐ reductor - ☐ solvente
☐ otro (especificar): .....
Concentración del producto: ..... Composición (adjuntar FDS al informe): .....
Temperatura: ☐ frío ☐ caliente (T°C =……..) Producto recibido bajo presión: ☐ (P =.....)
Aspecto físico: ☐ líquido ☐ sólido ☐ gas

DETALLES DEL ACCIDENTE

Fecha:.....Hora: .....Cómo: ☐ trabajo ☐ bricolaje - ☐ doméstico ☐ agresión
Tipo de proyección: ☐ ocular ☐ facial - ☐ cuello ☐ brazo - ☐ antebrazos ☐ mano ☐ muslo ☐ pierna ☐ pie
☐ tórax anterior ☐ abdomen anterior ☐ tórax posterior ☐ abdomen posterior
☐ otro (especificar): .....
Cantidad de producto: .....
Penetración subcutánea: ☐ sí - ☐ no
☐ por presión - ☐ herida - ☐ dermatosis preexistente
☐ Antecedente ocular (especificar):.....

LAVADO DE EMERGENCIA EN LA EMPRESA

Fecha:..... Hora: .....
Plazo entre la proyección y el inicio del lavado: .....

Naturaleza del **primer** lavado:	Naturaleza del **segundo** lavado: .....
	Lugar: ☐ Empresa ☐ Enfermería ☐ Ambulancia
Cantidad / envase:	Cantidad / envase:.....
Duración del lavado:	Duración del lavado:.....

Información complementaria: .....
.....
.....

SEGUIMIENTO DE LA ATENCIÓN POR UN ESPECIALISTA O EN EL HOSPITAL

Fecha: ..... Hora: .....

Observación clínica inicial: .....

Contenido del protocolo médico aplicado: .....

Contenido del protocolo médico aplicado: .....

¿Lavado? ☐ SÍ ☐ NO

☐ Si sí: Naturaleza del lavado: .....

Cantidad / Envase: .....

Duración del lavado: .....

Medida del pH? ☐ SÍ: valor antes del lavado pH =..... valor tras lavado pH =..... ☐ NO

¿Se hace otro lavado? ☐ SÍ ☐ NO

☐ **Si sí: Naturaleza del lavado:**

Cantidad / envase: .....

Duración del lavado: .....

Descripción del tratamiento secundario: .....

.....

.....

SEGUIMIENTO EVOLUTIVO DEL PACIENTE

☐ **Corto plazo** Fecha de observación (dd/mm/aa): .....

Ojo: ☐ Agudeza visual: OD : ..... OI : ..... Bino : .....

☐ grado : ☐ Ausencia de lesión visible ☐ I ☐ II ☐ III ☐ IV

☐ Tiempo total de reepitelización: .....

☐ Complicaciones: .....

☐ Fecha de injerto: .....

Piel: ☐ Tiempo total de reepitelización: .....

☐ Complicaciones: .....

☐ Fecha de injerto: .....

☐ Calidad de la cicatrización: .....

☐ **Medio plazo** Fecha de observación (dd/mm/aa): .....

Ojo: ☐ Agudeza visual: OD : ..... OI : ..... Bino : .....

☐ grado : ☐ Ausencia de lesión visible ☐ I ☐ II ☐ III ☐ IV

☐ Tiempo total de reepitelización: .....

☐ Complicaciones: .....

☐ Fecha de injerto: .....

Piel: ☐ Tiempo total de reepitelización: .....

☐ Complicaciones: .....

☐ Fecha de injerto: .....

☐ Calidad de la cicatrización: .....

☐ **Largo plazo** Fecha de observación (dd/mm/aa): .....

Ojo: ☐ Agudeza visual: OD : ..... OI : ..... Bino : .....

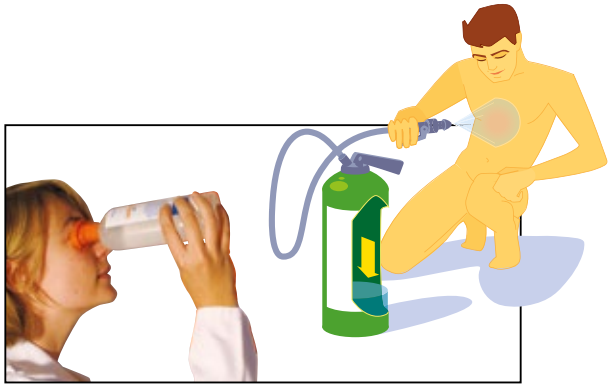
☐ Calidad final de la cicatrización: .....

Piel: ☐ Tiempo total de reepitelización:.....

SOLUCIONES Y HERRAMIENTAS PRÁCTICAS PARA LA GESTIÓN Y LA PREVENCIÓN DEL RIESGO QUÍMICO

WWW.PREVOR.COM

Lavado de emergencia de proyecciones químicas



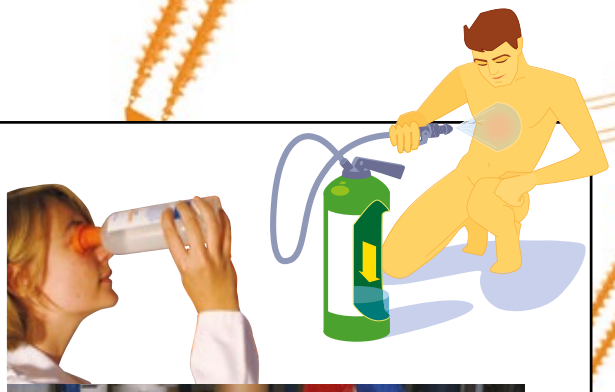
Gestión de los derrames accidentales de productos químicos

Formación de los actores de la prevención a la gestión de los riesgos químicos

Obras técnicas y formación para la comprensión, gestión y prevención del riesgo químico

SOLUCIONES Y HERRAMIENTAS PRÁCTICAS PARA LA GESTIÓN Y LA PREVENCIÓN DEL RIESGO QUÍMICO

Lavado de emergencia de proyecciones químicas



Gestión de los derrames accidentales de productos químicos

Formación de los actores de la prevención a la gestión de los riesgos químicos

Obras técnicas y formación para la comprensión, gestión y prevención del riesgo químico

PREVOR
PREVENIR Y SALVAR
Laboratorio de Toxicología & Dominio del Riesgo Químico

Tél. : 01 30 34 76 76 – **Fax :** 01 30 34 76 70
Email : *mail@prevor.com* – **www.prevor.com**
Moulin de Verville - F95760 VALMONDOIS