PROYECCIONES QUÍMICAS

1ª EDICION MAYO 2006

DIPHOTÉRINE®

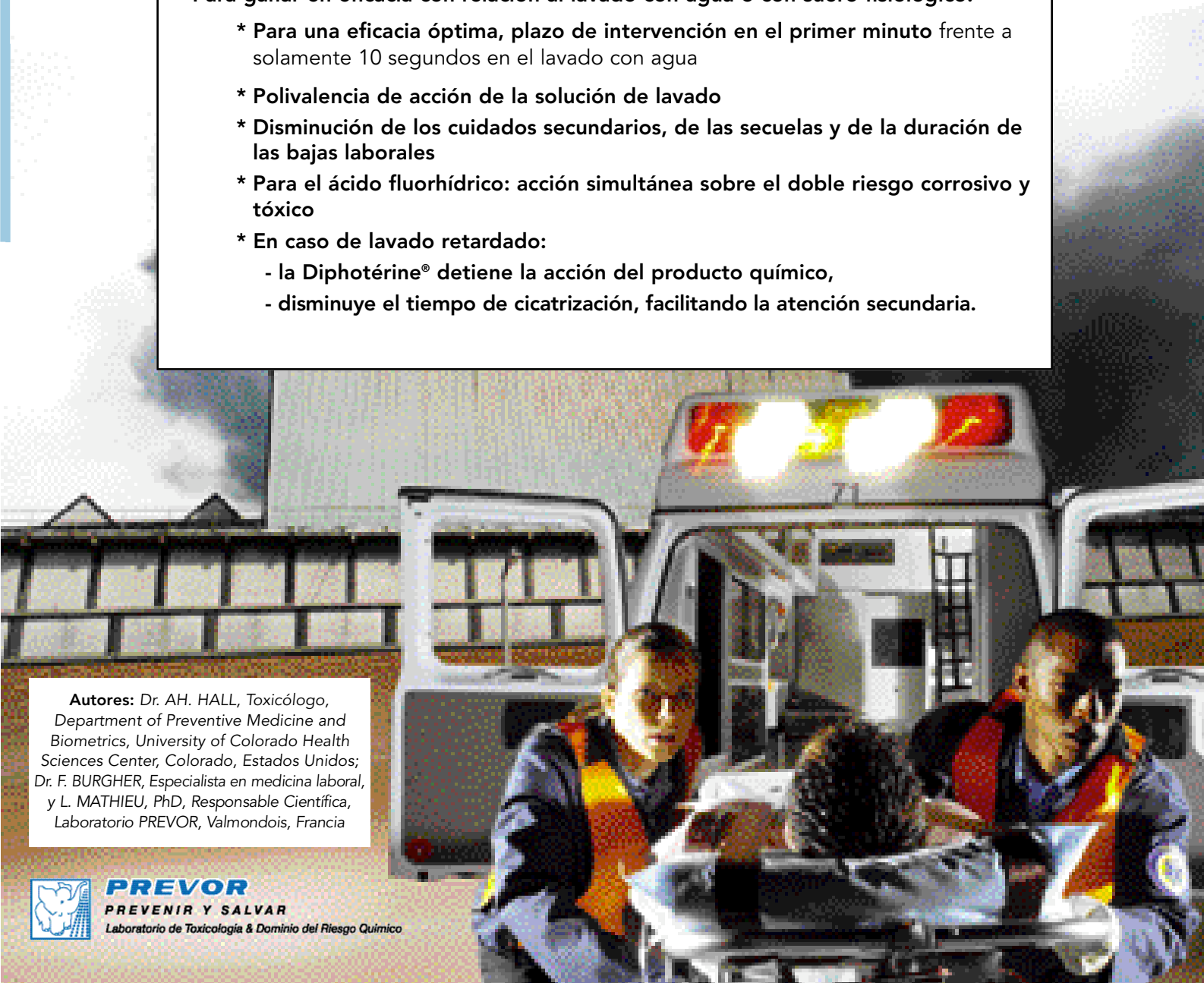
HEXAFLUORINE®

PRINCIPIOS E INDICACIONES

UN OPERADOR RECIBE UNA PROYECCIÓN QUÍMICA
Y
SE LE DESCONTAMINA CON DIPHOTÉRINE® O HEXAFLUORINE®

¿Por qué utilizar la Diphotérine® o la Hexafluorine®?

- **Para detener la acción del producto químico sobre el ojo o la piel y facilitar su lavado**
- **Para ganar en eficacia con relación al lavado con agua o con suero fisiológico:**
  - * **Para una eficacia óptima, plazo de intervención en el primer minuto** frente a solamente 10 segundos en 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 riesgo corrosivo y tóxico**
  - * **En caso de lavado retardado:**
    - **la Diphotérine® detiene la acción del producto químico,**
    - **disminuye el tiempo de cicatrización, facilitando la atención secundaria.**



Autores: *Dr. AH. HALL, Toxicólogo, Department of Preventive Medicine and Biometrics, University of Colorado Health Sciences Center, Colorado, Estados Unidos; Dr. F. BURGHER, Especialista en medicina laboral, y L. MATHIEU, PhD, Responsable Científica, Laboratorio PREVOR, Valmondois, Francia*

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

AGRADECIMIENTOS

NUESTROS AGRADECIMIENTOS A :

- **Dr L. BODSON,** Médico adjunto, Centro Hospitalario Universitario - ND des Bruyères, Universidad de Lieja, BÉLGICA
- **Pr M. CAVALLINI,** Cirujano plástico, Unidad de Cirugía Plástica, Hospital Galeazi, Milán, ITALIA
- **Dr M. GÉRARD,** Oftalmólogo, Centro Hospitalario de Cayena, Jefe del Servicio de Oftalmología, Cayena cedex Guyana, FRANCIA
- **Dr. H. MERLE,** Oftalmólogo, Centro Hospitalario Universitario de Fort de France, Jefe del Servicio de Oftalmología, de Fort de France (Martinica), FRANCIA
- **Pr N. SCHRAGE,** Oftalmólogo, Jefe del Servicio de Oftalmología, Augenklinik, Aquisgrán, ALEMANIA
- **Dr F. SIMON,** Servicio de Medecina Laboral, TOTAL PETROCHEMICALS FRANCIA, Saint Avold, FRANCIA

por su amable participación en la redacción de este fascículo.

SUMARIO

1 - INTRODUCCIÓN: Mecanismo y cuidados 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 DIPHOTÉRINE® .....p. 5

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

2.2 – Lavado con Diphotérine®: ¿qué puede aportar de más con relación al agua ?.....p. 5

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

2.4 – Atención secundaria de una proyección química lavada con 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 o en el hospital .....p. 15

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

3 – LA HEXAFLUORINE® .....p. 18

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

3.2 – Lavado con Hexafluorine®, ¿qué puede aportar de más con relación al agua? .....p. 19

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

3.4 – Atención secundaria de una proyección química lavada con Hexafluorine® .....p. 24

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

4 – CONCLUSIÓN.....p. 29

5 – BIBLIOGRAFÍA.....p. 30

1 MECANISMO Y CUIDADO

DE LA QUEMADURA QUÍMICA

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 el 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, de la extensión de la superficie afectada y del estado de los tejidos, si están sanos o no. La eficacia de la realización de la descontaminación en primeros auxilios así como de los cuidados primarios condicionan la aparición y la evolución de la quemadura química y, en consecuencia, la importancia de las secuelas ■

1.2 – RAPIDEZ Y EFICACIA DEL LAVADO DE LAS PROYECCIONES QUÍMICAS

> Está reconocido, por todos los protagonistas de la prevención, que 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. 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, aproximadamente de 10 segundos, lleva a una situación, difícil de gestionar en la práctica en caso de accidente y es, por lo tanto, una fuente de agravación de las lesiones en caso de quemadura por corrosivo.

El estudio y la comprensión del mecanismo de la quemadura química (Figura 1) han llevado el Laboratorio PREVOR a concebir soluciones para un lavado activo, que conviene considerar 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 y de 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 hacia el interior de los tejidos.
El lavado activo, con soluciones como la Diphotérine® y la Hexafluorine®, tiene por meta prevenir o disminuir las secuelas inherentes a la quemadura química ■

QUEMADURA QUÍMICA

Y FACTORES AGRAVANTES

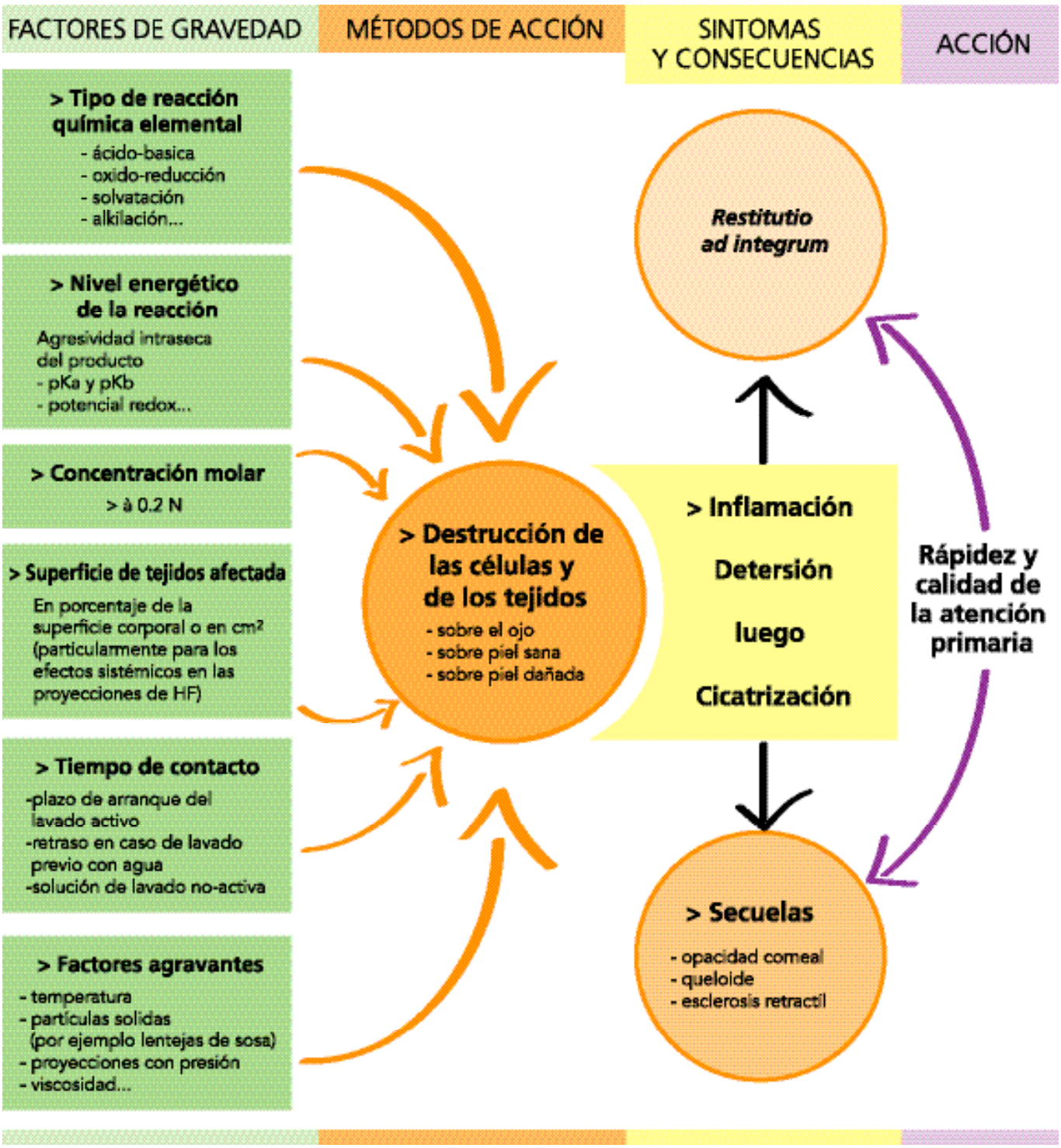


Figura 1

2 LA DIPHOTÉRINE®

2.1 – MECANISMO DE LA DIPHOTERINE®

> El Diphotérine® es una solución de lavado polivalente de las proyecciones químicas oculares y cutáneas. Es una solución de lavado **hipertónica** que contiene un**anfótero multisitio**.

Posee un doble potencial:

- **las propiedades mecánicas del lavado con agua**
- **propiedades añadidas neutralizantes y quelantes** que permiten a la vez acelerar y optimizar el proceso de descontaminación.

- Por su hipertonicidad, la Diphotérine® impide que el producto químico penetre en los tejidos y permite crear un flujo opuesto capaz, de extraerlo de los tejidos.
- Su carácter anfótero y sus distintos sitios reactivos le permiten actuar sobre los irritantes y los corrosivos que son la causa de la quemadura química. Son productos como los ácidos y las bases, los oxidantes y los reductores…■

2.2 – LAVADO CON DIPHOTERINE® : ¿QUÉ PUEDE APORTAR DE MÁS CON RELACIÓN AL AGUA?

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

Por lo que se refiere a la acción sobre el corrosivo, la Diphotérine®, comparativamente al agua, permite neutralizar mucho más rápida y eficazmente la agresividad del producto químico con un bajo volumen de lavado (Figura 2) ■

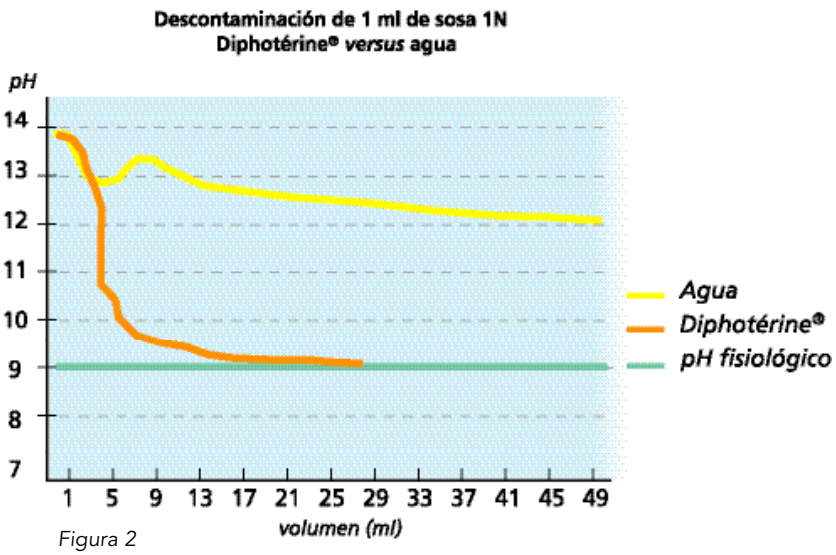


Figura 2

LA DIPHOTÉRINE®

> La Diphotérine® ha demostrado 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 de realización de estudios sobre los primeros cuidados en el medio laboral y de los límites inevitables en la interpretación de los resultados, numerosos datos recogidos en el hombre proporcionan elementos convergentes.
Los testimonios de utilización de la Diphotérine® han sido relatados por las empresas (1). Generalmente transmitidos por el médico de la empresa, individualmente se les puede criticar o bien por un problema de metodología, o bien por un problema de interpretación; pero cuando todos estos testimonios se reagrupan, varios centenares de casos de **utilización de la Diphotérine®**, de la coherencia del conjunto emanan certezas sobre su eficacia:

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

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 Diphotérine®. Para eso, se efectuó una investigación (2) con la ayuda de médicos de empresa de numerosas firmas en Francia. 73 empresas respondieron inicialmente. El estudio se basa así en más de 60 accidentes y enseña la acción de la Diphotérine® sobre una muestra variada de productos químicos. La Diphotérine®, utilizada según el protocolo recomendado, es siempre al menos tan eficaz como el agua. El seguimiento de esta investigación (3) ponía de manifiesto que los resultados parecían superiores sobre las bases concentradas para un total de 145 casos de proyecciones químicas estudiados. Esto fue confirmado por el estudio realizado por Martinswerk (1), que permitió confirmar la superioridad del lavado con Diphotérine® sobre las bases, en términos de eficacia y seguridad de lavado, a pesar de pequeñas series estadísticas:

Solución de lavado	Diphotérine®	Ácido acético	Agua
No hay atención secundaria	100 % +/- 15	0 % +/- 15	0 % +/- 15
Atención secundaria simple	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

$p < 0.05$

Unos casos informados aisladamente pueden también 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 Diphotérine® no provocó ninguna secuela y ninguna baja laboral (4) ■

2 LA DIPHOTÉRINE®

• Datos experimentales *in vivo* que confirman los resultados clínicos:

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

Los estudios experimentales in vivo han confirmado que, cuando la evolución de la quemadura química se detiene, la reparación de los tejidos dañados, se efectúa en mejores condiciones.
El Pr. Cavallini (5, 6) ha comparado la eficacia del lavado con Diphotérine® frente el lavado con suero fisiológico sobre una quemadura cutánea de ácido clorhídrico concentrado sobre la rata. La Diphotérine® detiene la evolución de la quemadura química, lo que tiene por consecuencias:

- **una mejor reparación de los tejidos** (tamaño de la lesión a 7 días: Diphotérine® 4 mm. versus suero fisiológico 6 mm., sin lavado 12 mm.)
- **una disminución significativa de la sensación de dolor** (Sustancia P dentro de las 48 primeras horas, $p < 0.05$; ß- endorfina después de 7 días, $p < 0.05$),
- **una disminución de la inflamación** (Interleukine 6 a 48h, $p < 0.01$; a 7 días, $p < 0.05$).

El Dr. Gérard ha estudiado una quemadura ocular de amoniaco al 15.3% sobre el conejo (7). Este estudio permitió inicialmente, entender el mecanismo de la quemadura por amoníaco y poner de relieve el interés de una atención secundaria tardía de tal quemadura. Este modelo experimental de quemadura se probó a continuación para comparar **la eficacia de la Diphotérine® versus suero fisiológico** (8).
El lavado con Diphotérine® muestra:

- **una ausencia de edema estromal** que, en cambio, 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, resultado de la inflamación debida a la quemadura y al efecto hipotónico del lavado, se reconoce como factor agravante de la evolución de la quemadura química (9) ■

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

Estos estudios han permitido comprender y confirmar los resultados clínicos obtenidos. El Pr. Schrage (10) 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 un aporte de agua que representa 50 veces la contaminación por sosa o por ácido clorhídrico, el agua no ha podido reconducir el pH a valores fisiológicos:

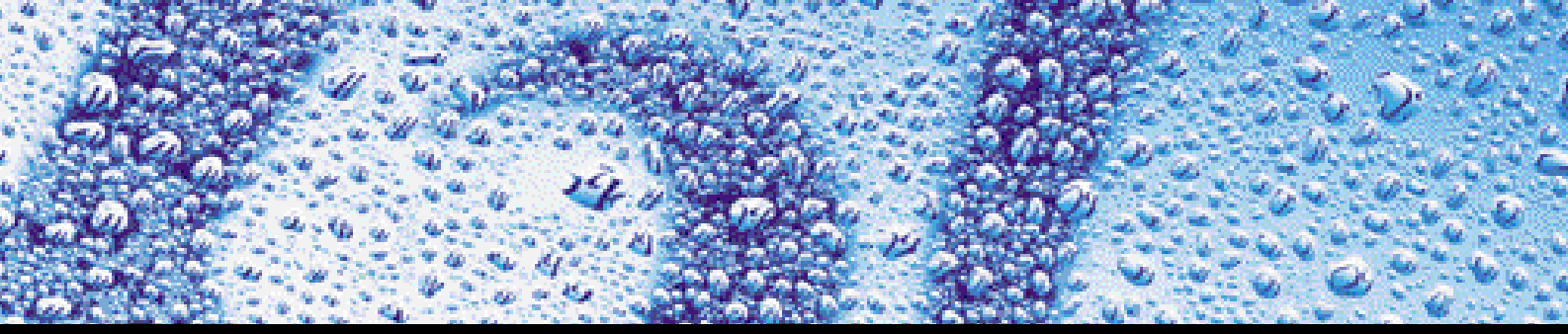
Producto	Adición de agua (250 ml)	Adición Diphotérine® (Previn®) (100ml)
Sosa 0.5 M	pH = 11.8	pH < 9
Ácido clorhídrico 0.5 M	pH = 2	pH = 6.3

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

Una experiencia 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: únicamente un lavado con Diphotérine® permite una mejora del pH intraocular, incluso si el lavado empieza de forma retardada.

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 hinchazón). Ver también la publicación de Kompa y coll (11) referente al efecto directo de la osmolaridad de la solución de lavado sobre la osmolaridad de la córnea.

El cuadro siguiente permitirá ante todo esclarecer las ventajas de utilizar la Diphotérine®.



2 LA DIPHOTÉRINE®

AGUA		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. A comprobar individualmente para los productos específicos.
	Hipotónica, **Favorece la penetración de una parte del producto químico dentro de los tejidos, sobre todo en el ojo.**	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: los 10 primeros segundos. **Posibilidad de secuelas funcionales importantes, o incluso de consecuencias fatales.**	**Plazo de intervención: el minuto.** Reduce o evita las secuelas, **Prevención de la aparición de la quemadura química.**	
	En ciertos casos, tratamientos largos y complejos con cirugía reparadora.	Reduce o evita los tratamientos, **Prevención de la aparición de secuelas.** Reduce las bajas laborales	No debe eximir de una consulta médica especializada en todos los casos.
No tóxico		No tóxico, estéril.	Caducidad que debe respetarse.

Un estudio publicado recientemente por el Dr. Merle (12) muestra el interés de la utilización de la Diphotérine® incluso de forma retardada, dentro de las primeras horas que siguen el accidente. El estudio compara, sobre quemaduras oculares de grados equivalentes, la diferencia que proporciona un lavado con Diphotérine® versus un lavado con suero fisiológico antes de un tratamiento de la quemadura química básica. Este estudio muestra una reducción significativa del tiempo de reepitelialización de la córnea:

Tiempo de reepitelialización en número de días	Diphotérine®	Suero fisiológico	Valor de *p*
Grado I	1.9 +/- 1	11.1 +/- 1.4	$p < 10\text{-}7$
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 Diphotérine®

El Dr. Gérard (13) ha publicado un caso de quemadura química ocular severo (grado IV) que muestra el interés de un lavado retardado con Diphotérine® y describe el tratamiento secundario asociado, destinado principalmente a disminuir la inflamación, así como la infección y el dolor. El caso evolucionó hacia una reepitelialización 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 Diphotérine® *versus* agua o suero fisiológico		
Resultados de la Diphotérine®	En el ojo (amoniaco sobre el conejo (7, 8))	Sobre la piel (ácido clorhídrico sobre la rata (5, 6))
in vivo *versus* suero fisiológico	- Disminución del edema córneal - 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 medio industrial (1) *versus* agua	- Disminución de los cuidados secundarios, - Disminución de las bajas laborales, - Disminución de las secuelas.	
Clínicos En medio hospitalario (12, 13) *versus* suero fisiológico	- Disminución del tiempo de cicatrización	

El interés de la Diphotérine®, es que actúa directamente sobre el corrosivo o el irritante. Esta acción tiene por consecuencia de impedir la instalación o de 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 lugar mismo del accidente y por lo tanto de la presencia de la Diphotérine® como primeros auxilios en el puesto de trabajo ■

LIS

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

2 LA DIPHOTÉRINE®

2.3 – ¿EN QUÉ CASO Y COMÓ UTILIZAR LA DIPHOTERINE®?

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

Realizado en el primer minuto y con toda la cantidad entregada en su envase, el lavado externo con Diphotérine® tiene por objeto prevenir o minimizar la aparición de las lesiones y en consecuencia los riesgos de secuelas ■

PROTOCOLO DE LAVADO

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

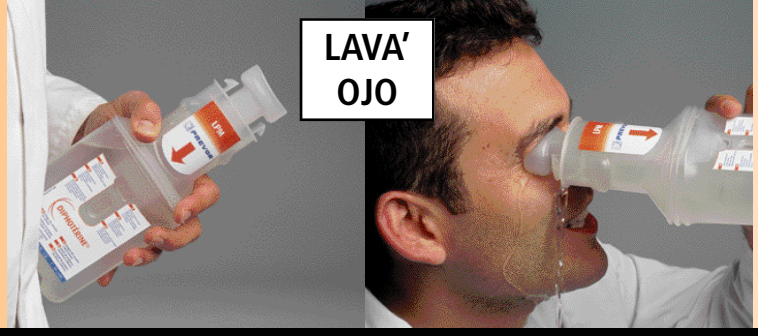
Consultar a un especialista

LAVADO OCULAR:

> **Un contacto de duración inferior a un minuto requiere 3 minutos de lavado**, o sea, todo el contenido de un frasco o de un portátil de 500 ml.
Se observa un lapso mínimo de aproximadamente unos 10 segundos antes del principio de la penetración del agresor químico. Es por eso que el agua puede, a veces, ser eficaz, en particular con corrosivos débiles. Sin embargo, el agua por su hipotonicidad 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 más profundamente hacia la cámara anterior (10).

> **Caso específico del LIS** (Lavaojo Individual Esterilizado): Un lavado en los 10 primeros segundos requiere una descontaminación con el LIS, o sea, con 50 ml de Diphotérine®.
En caso de que el lavado no haya comenzado en los 10 primeros segundos, es necesario completarlo con un frasco o un portátil de 500 ml

> **Lentes de contacto:** generalmente esta muy desaconsejado llevar lentes de contacto en un puesto de trabajo con exposición al riesgo químico. El problema es similar al de las prendas de ropa contaminadas durante una proyección química: favorecen una sobre concentración del producto químico que obstaculiza la eficacia del lavado durante los primeros segundos ■



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

PARA UNA 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**.

PARA UN CONTACTO CON LAS MUCOSAS BUCALES en el primer minuto:

> Posibilidad de enjuague con Diphotérine® escupiéndolo después.

No retrasar nunca un lavado

De forma óptima, utilizar una solución activa como la Diphotérine® disponible in situ

A falta de ello, utilizar el agua

2.4 – ATENCIÓN SECUNDARIA DE UNA PROYECCIÓN QUÍMICA LAVADA CON DIPHOTERINE®

2.4.1 – Comprobaciones médicas

Se pueden presentar tres casos en el transcurso del reconocimiento:

1° caso: ausencia de lesión
Caso frecuente, debido a una buena aplicación del protocolo Diphotérine®. Habitualmente no se observa ningún daño y no se requiere ningún 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).*
Pueden deberse:

- A 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…
- Al 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).

2 LA DIPHOTÉRINE®

2.4.1 – Comprobaciones médicas

- A posibles efectos secundarios del tratamiento médico (por ejemplo reacción a algunos componentes de colirios).

Las manifestaciones benignas observadas en estas distintas situaciones se refieren más a menudo al ojo que a la piel. Pueden ser retardadas, a las 24 o 48h. Se trata de señales inflamatorias banales (simple rojez ocular y ligera sensación dolorosa).

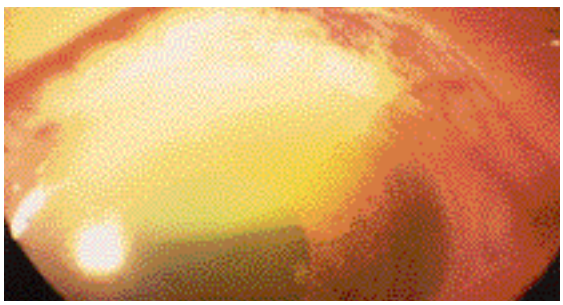
Requieren la aplicación por el médico especialista de un protocolo terapéutico generalmente con fines anti-inflamatorios y/o anti-infecciosos. En efecto esta comprobado, y particularmente a nivel ocular (9), que un buen control de los fenómenos inflamatorios es indispensable para una evolución rápidamente favorable de la cicatrización.

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

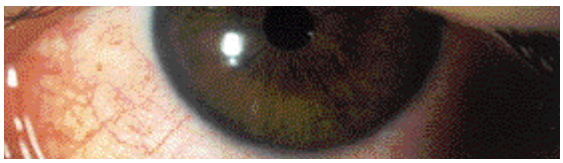
Generalmente se deben a un lavado retardado observado después de accidentes domésticos o, más raramente, en agresiones con productos químicos. Según la gravedad de la quemadura y según su evolución, un tratamiento complementario, más o menos complejo y largo, es indispensable. Estos casos requieren unos cuidados muy especializados y complejos en medio hospitalario.

Examen clínico: Señales de gravedad de una quemadura ocular química (14)

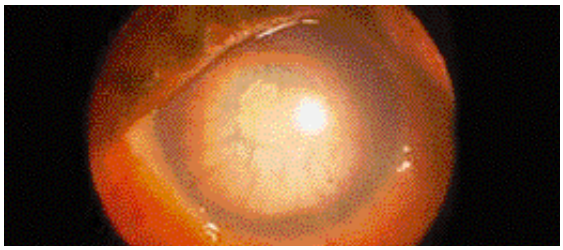
La isquemia conjunctivo-límbica (zona blanquecina): detención de la circulación sanguínea en los vasos conjunctivo-límbicos. La extensión de esta isquemia es la señal de la gravedad de la quemadura.
Una isquemia superior a la mitad de la circunferencia límbica es un factor de pronóstico peyorativo. Esta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



Por el contrario, la **hiperhemia conjuntival**, rojez ocular difusa por simple vasodilatación de los vasos conjuntivos es **una señal sin gravedad**, testigo de una simple irritación conjuntival.



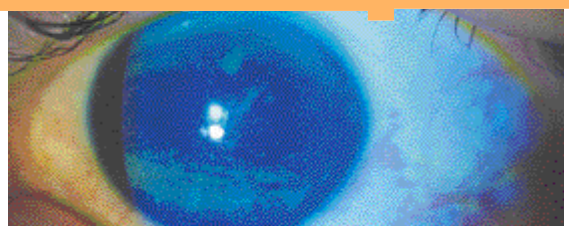
El edema de la córnea va a ser la causa de una reducción de la transparencia donde solamente se podrá vislumbrar el iris o puede ser más completa (córnea de porcelana). Existe entonces una reducción de la agudeza visual.
Una úlcera de córnea total (sobre toda la superficie córnea) **y profunda** (sobre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



▶ 100 ML PARA 1 MANO
O LA CARA
EN EL MINUTO

Examen clínico: Señales de gravedad de una quemadura ocular química (14) *(sigue...)*

Mientras que en **ataques córneos mínimos** de tipo **queratitis punteada superficial,** a menudo la agudeza ha mermado.



Lesiones asociadas:

- Quemaduras de los párpados, 1°, 2° ó 3° grado
- Quemaduras de la cara o de otras partes del cuerpo, cuya importancia puede poner en juego el pronóstico vital.

2.4.2 – Conducta a mantener en el servicio médico de la empresa

Un lavado con 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 que el lavado con Diphotérine® empezó:

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

Si no, en el caso de un contacto superior a un minuto, reanudar el lavado con Diphotérine® y prolongarlo si fuese necesario 3 a 5 veces el tiempo de contacto. La quemadura química constituye una agresión biológica con reacción inflamatoria de los tejidos oculares. La Diphotérine® actúa para detener esta agresión. Utilizar a continuación la Solución de Lavado®, isotónica a las lágrimas para facilitar la vuelta a un estado fisiológico.

> PARA UNA PROYECCIÓN CUTÁNEA

Asegurarse que el lavado con Diphotérine® comenzó en el primer minuto.
Si no, en el caso de un contacto superior a un minuto, reanudar el lavado con Diphotérine® y prolongarlo si fuese necesario 3 a 5 veces el tiempo de contacto.

A continuación, en todos los casos, orientar al paciente hacia un médico especialista que decidirá más concretamente la conducta a seguir en función de las lesiones iniciales constatadas ■

MINI DAP

▶ **200 ML PARA 1 ANTEBRAZO EN EL MINUTO**

2.4.3 – Atención especializada o en el hospital

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

según estudio clínico (12) comparativo Diphotérine® versus suero fisiológico

Grado	*Examen clínico inicial*	*Pronóstico de evolución*	*Protocolo terapéutico después de un lavado con 500 ml*
1	Úlcera epitelial, no hay isquemia límbica	Favorable	Verificación de la vacunación antitetánica, rifamicin 6 veces/día, ácido ascórbico 2% 6 veces/día, tropicamid 6 veces/día.
2	Edema córneal Isquemia < 1/3 de la circunferencia límbica		
3	Úlcera córneal total > 1/3 e Isquemia > 1/2 de la circunferencia límbica	Desfavorable	Comprobación de la vacunación antitetánica, rifamicin 6 veces/día, ácido ascórbico 2% 6 veces/día, dexamethasona asociada a neomicin 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 Symblépharon. El tratamiento se mantiene hasta reepitelialización córneal 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 el interés de la utilización de la Diphotérine® en estas condiciones (13). 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 de Diphotérine®. El tratamiento descrito en el cuadro aquí arriba se utilizó para este paciente.

El teléfono de emergencias de PREVOR (+33 1 30 34 76 76) está a su disposición en horas laborables para brindarles todo complemento de información u orientación ■

2.5 – Composición, inocuidad y clasificación de la Diphotérine®

- Composición y propiedades de la Diphotérine®

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

▶ 5 L PARA LAVAR UN CUERPO ENTERO EN EL MINUTO

- Datos toxicológicos de la Diphotérine®

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

Prueba	Resultados	Referencias
Irritación ocular	No irritante	Prueba n°133/4, sobre el conejo, 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 Diphotérine®	No irritante	Prueba n°6463 TAL, sobre el conejo, ácido clorhídrico, Centre International de Toxicologie, Francia, 1990.
Irritación ocular de un residuo de lavado de una base con Diphotérine®	No irritante	Prueba n°6462 TAL, sobre el conejo, 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, sobre la rata, 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, sobre la rata, Safepharm Laboratories Limited, UK, 1988.
Sensibilización	Clasificada como no alergizante.	Prueba n°20030418ST, método de Magnusson y Kligman CERB sobre el conejillo de indias, OECD 406, Francia, 2003 (15).
Mutagénesis	Clasificada no mutágeno, prueba de Ames negativa.	Prueba n°29023 MT, 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	Prueba n°REL/003/06/IRRC/ELB, norma ISO 10993-5, Integra, Italia, 2006.
Potencial anti-inflamatorio	No anti-inflamatorio; 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 ÉL-1a, Integra, Italia, 2006.

2 LA DIPHOTÉRINE®

NO SE HA OBSERVADO NINGÚN EFECTO SECUNDARIO DESDE EL INICIO DE LA COMERCIALIZACIÓN DE LA DIPHOTERINE®. EL USO DE LA DIPHOTERINE® NO PRESENTA NINGUNA CONTRAINDICACIÓN.

> PRECAUCIÓN DE EMPLEO

Para evitar toda contaminación microbiana, conservar los envases cerrados. Para los envases colocados abiertos en el Lavaojo, conservarlos en funcionamiento solamente seis meses. No utilizar después de la fecha de caducidad que figura en los envases.

> EFECTO NO DESEADO Y MOLESTO

La quemadura química es una agresión de los tejidos. La Diphotérine®, gracias a su hipertonicidad, permite detener la penetración (10) y también extraer el producto químico. Para 1 minuto de contacto con el producto químico, un lavado con 500ml de Diphotérine® permite prevenir o minimizar la aparición de la quemadura. Si el contacto es superior a 1 minuto, la quemadura química aparecerá.
El lavado ocular con la Diphotérine® puede provocar una ligera sensación de sequedad ocular. La utilización secundaria, para mayor confort, de la Solución de Lavado®, isotónica a las lágrimas, restablecerá más rápidamente el estado fisiológico. Este restablecimiento permitirá realizar los cuidados secundarios en condiciones óptimas.

> EN QUÉ CASO NO UTILIZAR LA DIPHOTÉRINE®

Posee una acción limitada sobre las proyecciones de ácido fluorhídrico debido al doble mecanismo corrosivo y tóxico de este ácido. Un lavado con la Hexafluorine® responde mucho más específicamente a estos dos imperativos.

No utilizar en caso de proyección de fósforo blanco y preferir, sobre la piel, un tratamiento de primeros auxilios de quemadura térmica (tipo gel de agua).
La Diphotérine® no está validada para las quemaduras por ingestión. Los estudios están en curso. Sin embargo, ya ha sido testada y clasificada no tóxica por ingestión.

> CLASIFICACIÓN DE LA DIPHOTÉRINE®

- Solución de lavado,
- Dispositivo médico,
- Clasifica IIa, estéril,
- CE 0459, certificado CE inicial obtenido: septiembre de 1996, mantenimiento de la certificación al 23 de febrero de 2006 tras auditoría de control ■

3 LA HEXAFLUORINE®

3.1 – MECANISMO DE ACCIÓN DE LA HEXAFLUORINE®

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

Posee por lo tanto un doble potencial:

- **las propiedades mecánicas del lavado con agua**
- **Propiedades añadidas neutralizantes y quelantes** que permiten a la vez acelerar y optimizar el proceso de descontaminación.
  - Su hipertonicidad significa que la Hexafluorine® impide que el producto químico penetre (10) en los tejidos y permite incluso crear un flujo opuesto capaz, objetivamente, de extraerlo a 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 ■

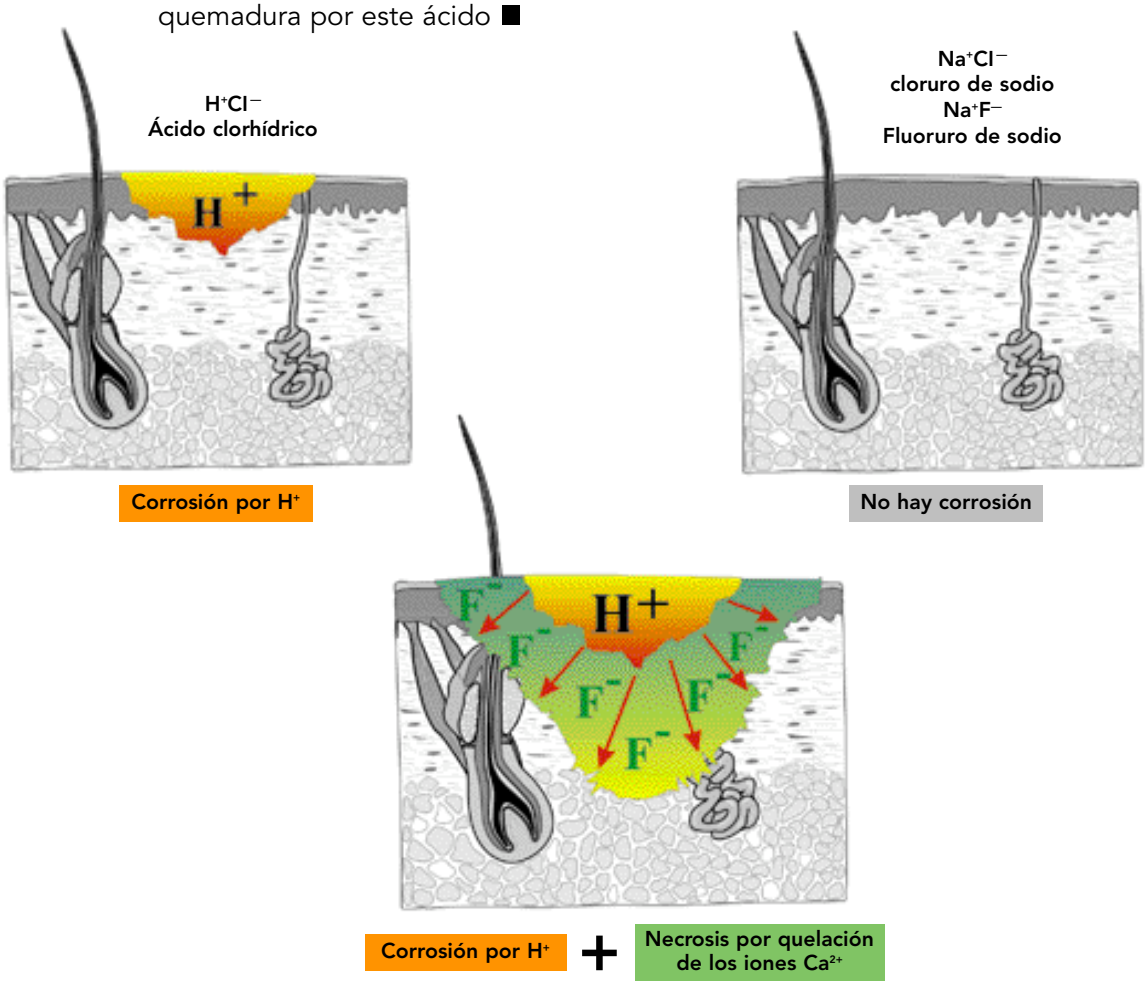


Figura 3: Mecanismo de acción del ácido fluorhídrico

3 LA HEXAFLUORINE®

3.2 - LAVADO CON HEXAFLUORINE®
¿QUÉ PUEDE APORTAR DE MÁS CON RELACIÓN AL AGUA ?

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

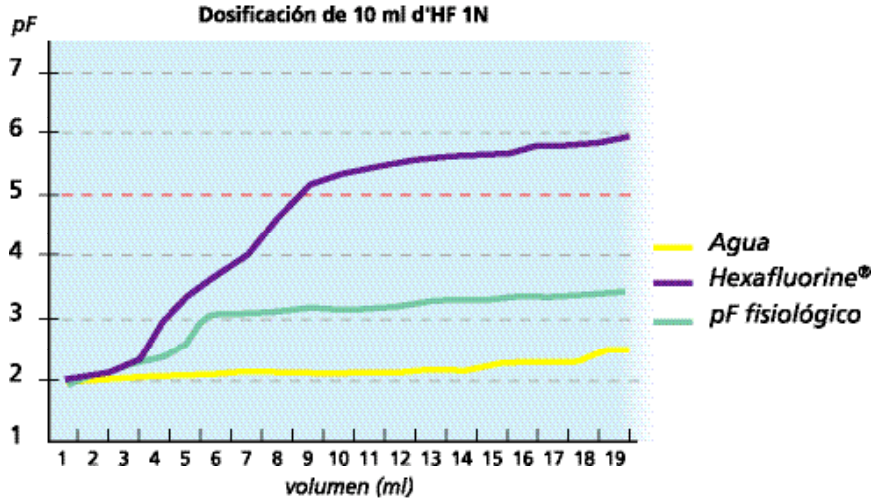


Figura 4: Eficacia de la Hexafluorine® sobre los iones fluoruros libres comparativamente con el agua y con una solución de gluconato de calcio

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

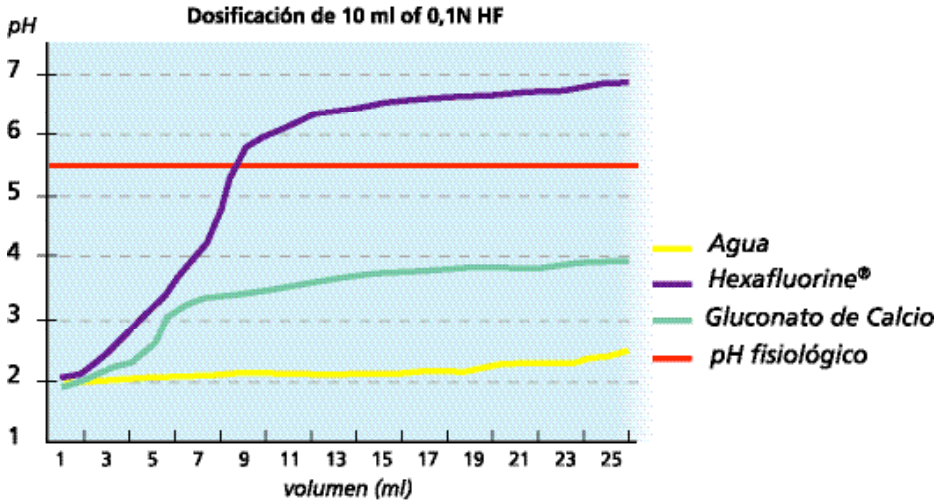


Figura 5: Eficacia de la Hexafluorine® sobre los iones corrosivos H^+ comparativamente con el agua y con una solución de gluconato de calcio

▶ **500 ML PARA UN OJO**
= INTERVENCIÓN EN EL MINUTO

LA HEXAFLUORINE®

La Hexafluorine® permite neutralizar rápidamente el potencial corrosivo y tóxico del HF con un bajo volumen de lavado mientras que la adición progresiva de agua no hace más que diluir la solución de ácido fluorhídrico. La mezcla residual HF/ agua sigue siendo muy agresiva.
Se realizaron dos experimentos *in vivo* (16):
- Un primer estudio fue efectuado 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 Hexafluorine®. La intensidad de las reacciones se estableció según la escala de Draize modificada.

Las principales observaciones referentes al estado de la quemadura después de un lavado se pueden resumir de la siguiente manera:

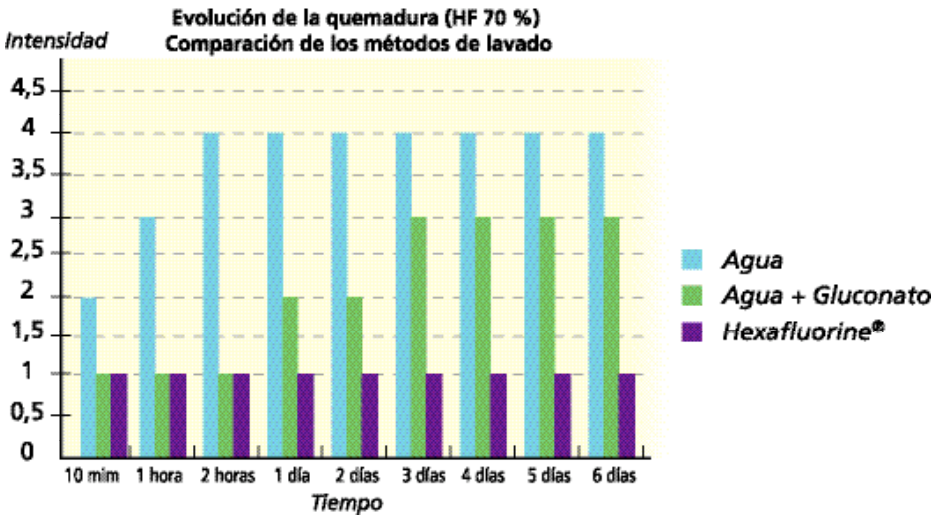


Figura 6: Comparación de la eficacia de métodos de lavado después de una exposición cutánea experimental con HF al 70%

El lavado con agua, que no capta 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 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 secundaria después de un lavado único con la Hexafluorine, mientras que el agua requiere un tratamiento secundario y el gluconato de calcio unas aplicaciones o inyecciones múltiples ■

3 LA HEXAFLUORINE®

> En un segundo estudio *in vivo*, se ha medido la evolución de la calcemia (Figura 7) durante 5 días sobre la rata contaminada por ácido fluorhídrico al 70%. ■

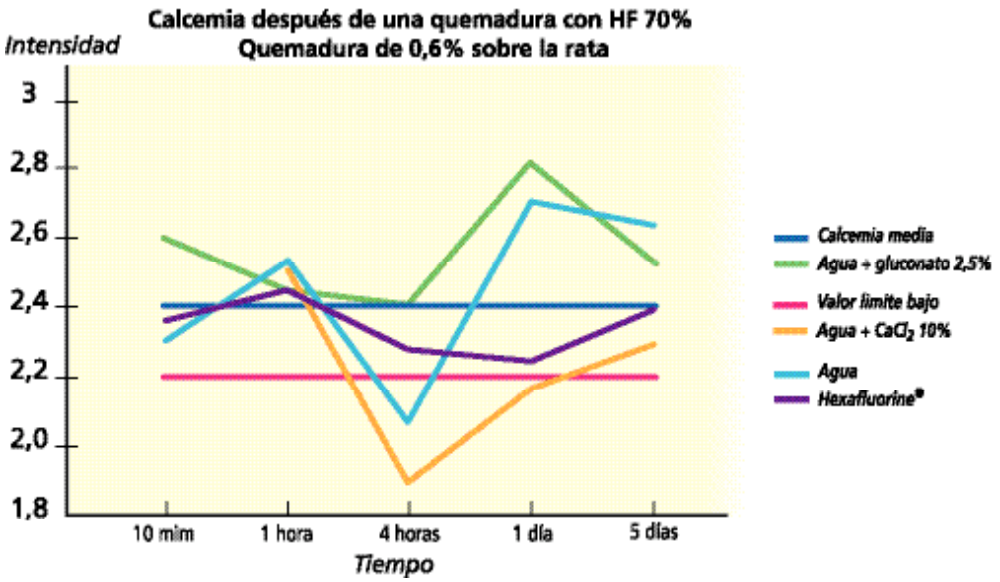


Figura 7: Comparación de la evolución de la calcemia después de la descontaminación de una quemadura cutánea experimental con HF al 70%

> 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 a la hora. Estadísticamente, las medidas de calcemia hechas entre 10 mn y 1 h son idénticas y enseñan ya una hipocalcemia, y al cabo de 4 h (para los métodos con agua o con agua + $CaCl_2$). Se observa una disminución de calcio muy notable, luego 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 Hexafluorine®.

En la literatura científica se han publicado 32 casos de proyecciones oculares o cutáneas de ácido fluorhídrico, solo o mezclado, concentrado (70%) o diluido, lavados con Hexafluorine®. Tras cada una de estas aplicaciones, el paciente constató muy rápidamente el cese del dolor, el resto de la descontaminación siendo entonces más fácil.

En el conjunto de los casos **no se ha relato ninguna secuela**. Las bajas laborales derivadas de estos casos fueron mínimas: un día por término medio (16, 17, 18) ■

DAP

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

LA HEXAFLUORINE®

5 casos testimonios descontaminados en urgencia con la Hexafluorine®

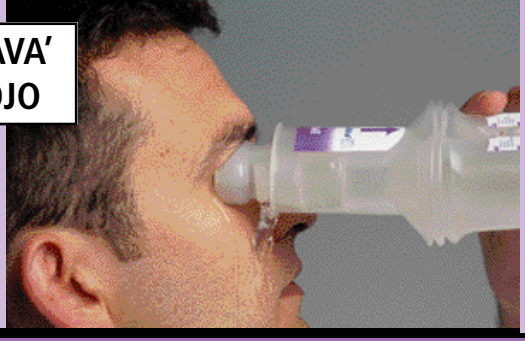
Número de casos	Proyección de	Superficie corporal afectada	Tipo de lavado	Consecuencias
1	Baño HF/HCl*	Inmersión total	*Hexafluorine® sobre el cuerpo **Ducha ocular con agua	*Ligeras quemaduras en abdomen y espalda **Grave quemadura en el ojo izquierdo
1	HF 70% vapor	Mejilla derecha	Hexafluorine®	Ligero eritema no doloroso. Aplicación al día siguiente de gel de gluconato de calcio, no hay baja laboral
1	HF 38%	Un ojo	Hexafluorine®	No hay quemadura, no hay baja laboral
2	HF 5%	cuerpo	Hexafluorine®	No hay quemadura, no hay baja laboral

SERIE de 16 CASOS EN OUTOKUMPU (AVESTA, varias plantas, Suecia)
Descontaminación con Hexafluorine®

Números de Casos	Proyección por	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, no hay secuela. En el 75% de los casos, incluso en las dos proyecciones con HF al 70%, no se informó de la necesidad de ningún cuidado secundario y la media de los días de baja laboral es inferior a 1 día (σ = 1.1)**			

$HF/HNO_3/H_2SO_4$ pH = 1 representa una misma proyección ocular y cutánea

LAVA' OJO



DAP

3 LA HEXAFLUORINE®

SERIE de 11 CASOS EN MANNESMAN (Remscheid, Alemania)

Proyección	**HF 40%**	HF 6% / HNO_3 15%	**HF 40%**	HF 6% / HNO_3 15%
Numero de casos	**1**	1	**5**	5
% superficie afectada	**1 ojo***	1 œil	**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)	**Hexafluorine®**	Hexafluorine®	**Hexafluorine®**	Hexafluorine®
Segundo lavado (en la enfermería)	**Hexafluorine®**	Hexafluorine®	**Hexafluorine®**	Hexafluorine®
RESULTADOS	**No hay secuelas, no hay necesidad de cuidados secundarios, no hay baja laboral**			

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

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

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

Utilizada en el primer minuto que sigue a la proyección y con toda la cantidad entregada en su envase, el lavado externo con Hexafluorine® tiene por objeto prevenir o minimizar la aparición de lesiones y en consecuencia los riesgos de secuelas ■

PROTOCOLO DE LAVADO

Lavar cuanto antes en primera intención, para una eficacia óptima, en el primer minuto y desnudar y/o retirar las lentes de contacto.

Reanudar el lavado utilizando el envase entero.

Consultar a un especialista

LAVADO OCULAR:

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

Se observa que transcurre un tiempo mínimo del orden de unos 10 segundos antes de que el agente químico agresor empiece a penetrar en los tejidos. 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 más profundamente hacia la cámara anterior (10).

> **Lentes de contacto:** Generalmente está muy desaconsejado llevar lentes de contacto en un puesto de trabajo con exposición al riesgo químico. Es parecido al caso de las prendas contaminadas con proyección química: favorecen una sobreconcentración del producto químico y obstaculizan la eficacia del lavado en los primeros segundos ■

PARA UNA PROYECCIÓN CUTÁNEA:

> Para una proyección química corporal, utilizar una DAP (Ducha Autónoma Portátil) de 5 litros.

PARA UN CONTACTO CON LAS MUCOSAS BUCALES EN EL PRIMER MINUTO

> Posibilidad de enjuague con Hexafluorine® y de escupirla.

No retrasar nunca un lavado

De manera óptima utilizar una solución activa como la Hexafluorine, disponible en el puesto de trabajo

En su defecto, utilizar el agua

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

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

3 LA HEXAFLUORINE®

> PARA UNA PROYECCIÓN OCULAR

Asegurarse que el lavado con Hexafluorine® comenzó en el primer minuto con un Lavaojo mural o portátil (500 ml).
Si no, para un tiempo de contacto superior a un minuto, reanudar el lavado con Hexafluorine® y prolongarlo en caso necesario, de 3 a 5 veces el tiempo de contacto.
La quemadura por HF constituye una doble agresión que determina la gravedad observada con frecuencia en las lesiones oculares. La Hexafluorine® actúa para detener esta agresión. Utilizar a continuación la Solución de Lavado®, isotónica a las lágrimas, para facilitar el retorno a la presión osmótica fisiológica.

> PARA UNA PROYECCIÓN CUTÁNEA

Asegurarse que el lavado con Hexafluorine® comenzó en el primer minuto.
Si no, para un tiempo de contacto superior a un minuto, reanudar el lavado con Hexafluorine® y prolongarlo en caso necesario, de 3 a 5 veces el tiempo de contacto.

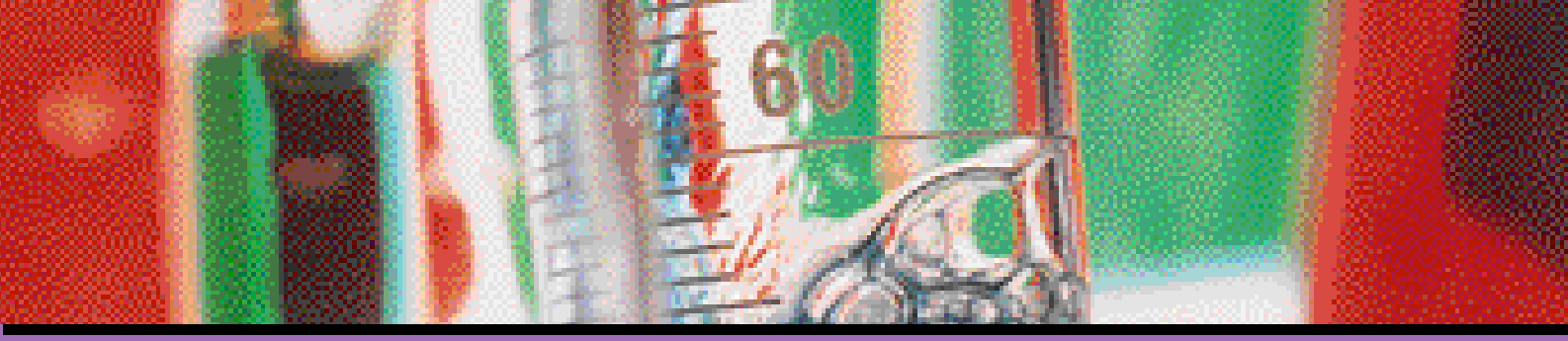
A continuación, en todos los casos, se orientará al paciente hacia un médico especialista que decidirá más concretamente la conducta a adoptar en función de las lesiones iniciales constatadas.

- Efectos de la quemadura por ácido fluorhídrico (19):

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 (20):

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 con 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 primeros auxilios, los protocolos recomiendan la utilización de antídotos específicos en forma tópica, en inyecciones subcutáneas, o intravenosas (técnica del Beir Bloque o sistémica), en inyecciones por vía arterial (para los dedos o la mano) como el gluconato de calcio o las sales de Zephiran® (20). 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

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

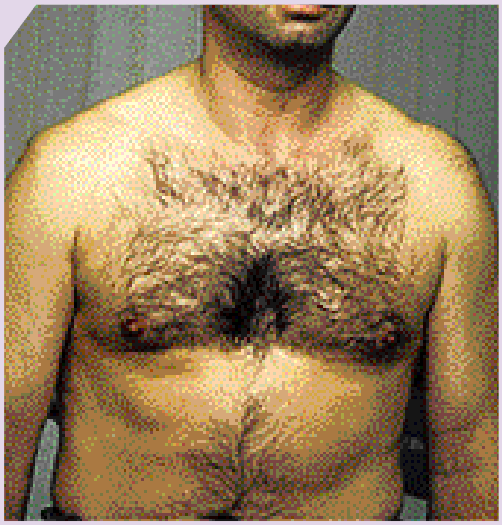
- calcemia,
- kaliemia,
- magnesemia,
- fosforemia.

Caso testimonio de quemadura por ácido fluorhídrico (17)

Mientras comprobaba una válvula, un trabajador, de 45 años, recibió una proyección cutánea de HF al 70% (cara, cuello, un brazo y el abdomen, con un riesgo de efecto sistémico letal, ver cuadro, apartado 3.4),. 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.

▶ 1 AÑO DE BAJA LABORAL

Caso testimonio de descontaminación con Hexafluorine® (18)



Mientras efectuaba un transvase, un trabajador, de 40 años, recibió una proyección de HF al 40%. Se trata de una proyección ocular y cutánea que afecta el 16.5% de la superficie corporal (ojos, cara, cuello, tórax, con un riesgo de efecto sistémico letal, ver cuadro, apartado 3.4).
Se realizó un lavado inmediato con Hexafluorine® sobre los ojos y sobre el cuerpo en el lugar mismo del accidente. Después, el personal médico realizó un lavado secundario con Hexafluorine® en la enfermería de la empresa.
En el hospital, se confirmó una ausencia de secuelas, sin ser necesarios los cuidados secundarios.

▶ **NO HAY BAJA LABORAL**

3.5 – COMPOSICIÓN, INOCUIDAD Y CLASIFICACIÓN DE LA HEXAFLUORINE®

> COMPOSICIÓN Y PROPIEDADES DE LA HEXAFLUORINE®

- Solución acuosa salina a base de 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)

> INOCUIDAD DE LA HEXAFLUORINE®

Las pruebas de inocuidad realizadas sobre la Hexafluorine® se resumen abajo:
- Irritación ocular: No irritante (test n°133/8, sobre el conejo, Safepharm Laboratories Limited, UK, 1987).
- Irritación cutánea: No irritante (test n°133/7, sobre el conejo, Safepharm Laboratories Limited, UK, 1987).
- DL_{50} oral: > 2000 mg/kg.; No tóxico (test n°990533ST, sobre la rata, CERB, Francia, 2000).
- Clasificada no alergénica (test n°20040231STC, método de Magnusson y Kligman CERB sobre el conejillo de indias, CERB, Francia, 2004).
- Ningún efecto secundario desde la comercialización.
- La utilización de la Hexafluorine® no presenta ninguna contraindicación.

> PRECAUCIÓN DE EMPLEO

Para evitar toda contaminación microbiana, conservar los envases cerrados. Si los envases se colocan abiertos en los lavaojos, conservarlos solamente seis meses en estado de funcionamiento.
No utilizar tras la fecha de caducidad que figura en los envases.

> EFECTO NO DESEADO Y MOLESTO

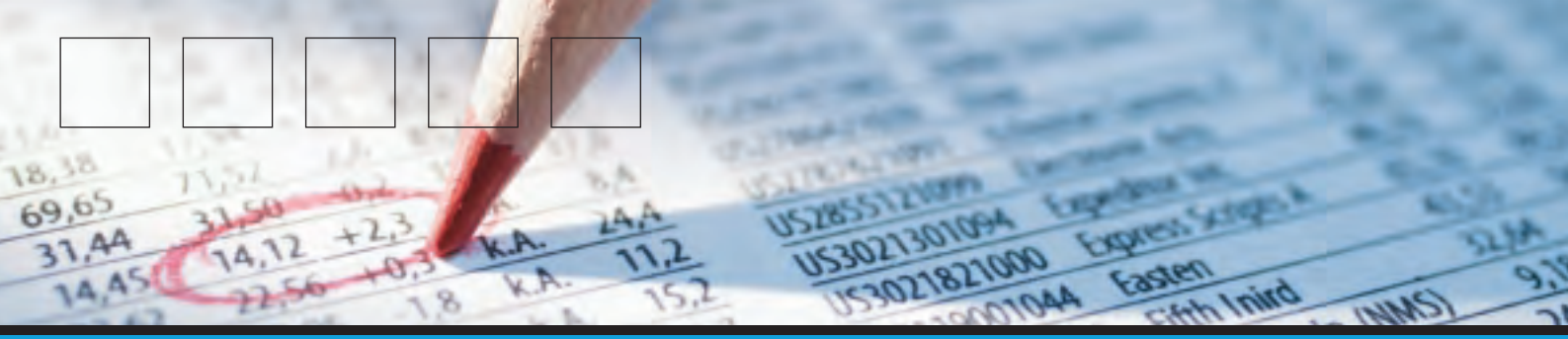
La quemadura ocular por HF constituye una agresión. La Hexafluorine®, gracias a su hipertonicidad permite detener la penetración (10) y también extraer el HF. Para 1 minuto de contacto con el ácido fluorhídrico, un lavado con 500ml de Hexafluorine® permite prevenir o minimizar la aparición de la quemadura química. Si el contacto es superior a 1 minuto, la quemadura química habrá aparecido. El lavado ocular con Hexafluorine® puede provocar una sensación de sequedad ocular. Para mayor comodidad, la utilización secundaria de la Solución de Lavado®, isotónica a las lágrimas, permitirá un retorno más rápido al estado fisiológico. Se podrán así realizar, cuando proceda, cuidados secundarios en condiciones óptimas.

> EN QUÉ CASO NO UTILIZAR LA HEXAFLUORINE®

La Hexafluorine® posee una acción reducida sobre las soluciones básicas. Un lavado con la Diphotérine® responde mejor mucho a esta problemática.
La Hexafluorine® no está aprobada para las quemaduras por ingestión pero ha sido testada y clasificada no tóxica por ingestión.

> CLASIFICACIÓN DE LA HEXAFLUORINE®

- Solución de lavado,
- Dispositivo médico,
- Clasifica IIa, estéril
- CE 0459, certificado CE inicial de 30 de septiembre de 1996, mantenimiento de la certificación el 23 de febrero de 2006 tras auditoría de control



4 CONCLUSIÓN

La Diphotérine® aporta una respuesta polivalente a los agresores químicos. Mejora la atención en caso de proyecciones químicas oculares y cutáneas, ya que para una eficacia óptima, permite alargar 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 tardia de la Diphotérine® va a permitir detener la acción del producto químico sobre los tejidos y minimizar la evolución de la quemadura, asi como sus manifestaciones dolorosas e inflamatorias. Al limitar la quemadura, la Diphotérine® permite en un segundo tiempo aplicar, en mejores condiciones, protocolos terapéuticos según la gravedad de la quemadura.

La Hexafluorine® mejora la atención en caso de 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 en complemento un tratamiento basado en un antídoto quelante de fluoruro como el gluconato de calcio.

5 BIBLIOGRAFÍA

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

2. Falcy M, Blomet J. "Primeros cuidados en caso de proyecciones oculares, primeros resultados de investigación." [Premiers soins en cas de projections oculaires, premiers résultats d´enquête.] DMT 1993, 53, 1.o trimestre, 33-41

3. Falcy M, Blomet J. "Evaluación de la eficacia de los primeros auxilios en proyecciones de productos químicas." [Evaluation de l´efficacité des premiers soins lors de projections de produits chimiques.] DMT 1997, 70, 2.o trimestre, 137-146

4. Cartas testimoniales, a consultar sobre www.prevor.com

5. Cavallini M, Casati A. "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 sobre la rata: efecto sobre la liberación de la sustancia P yb - endorfina." [A prospective randomized, blind comparison between saline, calcio gluconato and Diphotérine® for washing skin acid injuries in rats: effects on substance P andb - endorphin release]. European Journal of Anaesthesiology, 2004, 21, 389-392

6. Cavallini M, de Aforismo F, Corsi Sres., Fassati LR, Baruffaldi Preis FW. "Cytokines pro inflamatorios y quemadura química ácida sobre la rata." [Serum pro-inflammatory cytokines and chemical acid burns in rats] Annals of burns and Fire Disasters 2004-vol XVII-n°2, 84-87

7. Gérard M, Luis V, Merle H, Josset P, Menerath JM, Blomet J. "Estudio experimental sobre la penetración intraocular del amoníaco." [Etude experimentale sur la pénétration intra-oculaire de l´ammoniaque]. J Fr Ophtalmol 1999, 22, 10, 1047-1053

8. 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® ". [Existe t-il un délai pour le lavage oculaire externe dans le traitement d´une brûlure oculaire par l´ammoniaque? Comparaison de deux solutions de lavage: sérum physiologique et Diphotérine®].
J Fr Ophtalmol 2000; 23, 5, 449-458

9. Kubota M, Fagerholm P. "Quemadura córneal por base sobre el conejo. Efecto del agua, cicatrización y transparencia" [Corneal alkali burn in the rabbit. Water balance, healing and transparency]. Acta Ophthalmol Scand 1991,69, 635-640

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

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

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

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

14. 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) [Practique ophtalmologique pour le médecin généraliste / www.adog973.org

15. Mathieu L, Burgher F, Vestíbulo AH. "La Diphotérine®, solución de descontaminación de las proyecciones químicas: estudio de sensibilización cutánea sobre el conejillo de indias." [Diphoterine® chemical splash decontamination solution: skin sensitization study in the Guinea pig] Aceptado para publicación en Cutaneous and Ocular Toxicology.

16. Hall AH, Blomet J, Grande M, Nehles J. "La Hexafluorine® para la descontaminación urgente de proyecciones oculares y cutáneas de ácido fluorhídrico". [Hexafluorine® for emergent descontaminatión of hydrofluoric acid eye/skin splashes] Semiconductor and Safety Association Journal, 2000, summer, 14, 30-33

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

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

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

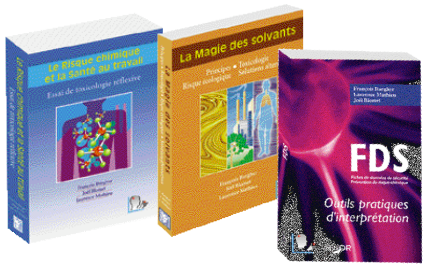
20. Dunser MW, Ohlbauer M, Rieder J, Zimmermann I, Ruatti H, Schwabegger AH, Bodrogi F, Huemer GM, Friesenecker BE, Mayr AJ, Lirk P. "Management crítico de los cuidados de quemaduras graves por ácido fluorhídrico: un caso testimonio, un estudio de la literatura y unas recomendaciones terapéuticas." [Critical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

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

Lavado urgente de proyecciones químicas

Gestión de los derrames accidentales de productos químicos

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



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

Moulin de Verville
F– 95.760 VALMONDOIS
Tel. +33 (0)1 30 34 76 76
Fax. +33 (0)1 30 34 76 70
mail@prevor.com

www.prevor.com