

# ÁCIDO FLUORÍDRICO

## HYDROFLUORIC ACID

### **Sinonimia:**

FLUORETO DE HIDROGÊNIO; ÁCIDO HIDROFLUÓRICO; ÁCIDO ANIDRO HIDROFLUÓRICO; ÁCIDO HIDROFLUÓRICO GÁS; ANTISAL 2B; HIDROGÊNIO FLUORETO.

### **Numero CAS:**

7664-39-3

### **Numero NIOSH:**

MW 7875000

### **Numero ONU:**

1052

### **Composicao:**

HF (FLUORETO DE HIDROGÊNIO 100%)

### **Descricao:**

O fluoreto de hidrogênio é um gás ou vapor esverdeado, de fórmula HF. Apresenta-se em solução como líquido incolor e fumegante de odor penetrante (assim como o gás ou vapor puro).

### **Propriedades Fisico-Quimicas:**

Peso molecular: 20,01

Pressão de vapor: 783 mmHg a 20°C.

Aparência: Líquido ou gás fumegante com forte odor irritante.

Odor: Forte e irritante.

Ponto de ebulição (760mmHg): 67°C

Ponto de Fusão: -83°C

Solubilidade em água: Muito solúvel, com reação exotérmica.

Solubilidade em solventes: Álcool, solventes orgânicos. Pouco solúvel em éter, benzeno, tolueno e m-xileno.

Densidade específica (água=1): 0,987 ? 0,991

Densidade do gás: 0,7 (ar = 1).

Limiar de odor ? 0,03 a 0,11 mg/mm<sup>3</sup>

Limite de Exposição:

ACGIH e OSHA PEL (Permissible Exposure Limit) 3 ppm

NIOSH IDLH (Immediately Dangerous for Life or Health) 30 ppm

Brasil 2,5 ppm (1,5 mg/mm<sup>3</sup>)

### **Classificacao NFPA - National fire protection association**

(0=Minimo; 1=leve; 2=moderado; 3=serio; 4=severo)

Saude	5
Inflamabilidade	1
Reatividade	1
Riscos Especiais	Não Disponível

## **Informacoes Gerais:**

Vítimas expostas apenas ao gás de HF não constituem risco de contaminação para os socorristas. No entanto, aquelas contaminadas com HF na forma líquida podem causar contaminação secundária do pessoal de atendimento por contato direto com a substância ou pela inalação do vapor.

A maioria dos casos de contaminação pelo HF ocorrem pela inalação do vapor ou pelo contato direto com a pele.

O HF é altamente corrosivo, sendo um potente veneno sistêmico.

O efeito grave e algumas vezes retardado ocorre pela profunda penetração do íon fluoreto nos tecidos.

A superfície cutânea atingida não é preditiva da magnitude dos efeitos.

Os trabalhadores que entram em contato com o HF não devem usar lentes de contato e devem sempre estar com proteção oftálmica.

O HF é um líquido que emana vapor ou gás incolor e de odor irritante. Pode ser dissolvido em água formando o HF diluído, incolor e indistinguível da água pura.

Na forma de gás é mais leve que o ar.

Embora considerado como ácido fraco, quando comparado aos outros ácidos de uma forma geral, pode produzir efeitos desastrosos por qualquer via de contaminação. Efeitos esses secundários à profunda penetração dos íons fluoreto nos tecidos.

É produzido pela reação entre o ácido sulfúrico e o flúor mineral.

É utilizado na separação de isótopos de urânio, como catalisador no processo de craqueamento das refinarias, removedor de ferrugem, indústria de vidros. Também na fabricação de chips semicondutores de silicone e como reagente de laboratório. Há mais de 300 anos que se sabe da sua capacidade de dissolver a sílica.

Alguns produtos do uso comum que podem ser citados e que contém o HF: alguns produtos de limpeza automotiva, inibidores de ferrugem, removedores de ferrugem etc.

## **Vias de Exposicao:**

Inalação

Intoxicação pelo gás ou pelo vapor emanado da forma líquida.

Odor sensível e pungente já com 0,04 ppm.

Irritante para olhos e garganta em concentração de 3 ppm.

Irritação nasal

Irritação de garganta

Tosse

Pele

Geralmente solução diluída.

Os locais mais comuns são as mãos, sendo que o tecido subungueal é particularmente susceptível.

Destruição local.

Absorção sistêmica por pele intacta ou lesada.

Irritante de mucosas.

Queimadura

Oftálmica

Geralmente solução diluída.

Destruição local.

Ingestão

Ingestão de quantidades mínimas de HF produz efeitos sistêmicos catastróficos, que podem evoluir para óbito.

## **Efeitos para a Saúde: Atenção**

Atenção

? O HF é irritante e corrosivo para a pele, olhos, mucosas e vias aéreas. Por qualquer das vias de exposição pode ocorrer absorção e efeitos sistêmicos. Esses incluem dor abdominal, náuseas, vômitos, alterações respiratórias, alterações neurológicas, arritmias etc.

? A inalação pode causar irritação mucosa ou hemorragia.

? A sintomatologia pode ser retardada em até alguns dias, especialmente quando ocorre exposição a soluções diluídas (menos de 20% de concentração).

? O HF é corrosivo para os tecidos superficiais assim como para os profundos, pela ação da penetração do íon fluoreto pela pele.

? A absorção do HF por qualquer das vias pode ser fatal? em humanos, a dose mínima letal pode ser tão pequena quanto 1 mg/kg de peso de íon fluoreto.

? O HF, se comparado com outros ácidos (ácido clorídrico, ácido sulfúrico etc) na mesma concentração, é considerado um ácido fraco. No entanto, diferentemente dos outros, o HF pode cruzar a membrana lipídica e tem uma imensa capacidade de difusão tissular. Ele rapidamente penetra na pele e se dirige aos tecidos mais profundos e libera o íon fluoreto, extremamente tóxico e fortemente reativo. Por esses motivos é que se considera o HF especialmente perigoso.

? Somente os íons cálcio e magnésio têm o poder de neutralizar o fluoreto, ocorrendo uma reação com precipitação do composto.

? Há elevação dos níveis de fluoreto após exposição ao HF o que leva a modificações nos níveis séricos do cálcio, magnésio, potássio e sódio.

? A hipocalcemia pode causar tetania, alterações na contratilidade miocárdica e evoluir até o colapso cardiovascular.

? A hipercalemia pode causar fibrilação ventricular e evoluir rapidamente para PCR de reversão difícil.

Exposição Aguda

Em geral, os ácidos causam necrose de coagulação nos tecidos, o que retarda a penetração do cáustico,

enquanto que os álcalis penetram profundamente. Nesse aspecto, o HF tem um comportamento similar aos álcalis.

O efeito tóxico do HF ocorre primariamente pela ação do íon fluoreto, que atua a nível do cálcio e magnésio séricos, seqüestrando-os do meio intracelular. Isso resulta em destruição celular e desmineralização óssea, associadas à hipocalcemia, hipomagnesemia, hipercalemia e hiponatremia. A hipocalcemia pode causar tetania, diminuição da contratilidade miocárdica, podendo evoluir para colapso circulatório. Já a hipercalemia pode evoluir com fibrilação ventricular e PCR de difícil reversão. Pode-se observar também a ocorrência de sintomas gastroenterológicos, respiratórios e neurológicos. A predominância do aparelho atingido vai depender da via de absorção.

Os mecanismos de lesão são três: 1) o fluoreto é um íon altamente corrosivo; 2) a afinidade pelo cálcio faz com que haja a precipitação desse íon, o que leva à hipocalcemia; 3) há muitas evidências in vitro que sugerem que o íon fluoreto interfere com muitos sistemas enzimáticos pelo seqüestro de magnésio e manganês.

Os efeitos do íon fluoreto podem se prolongar por alguns dias antes do aparecimento da sintomatologia, principalmente quando não houver a neutralização com cálcio ou magnésio.

Kono et al mostraram que a aplicação de 0,5ml de HF a 50% em 1,7% de área corporal de ratos, levaram a grande aumento dos níveis de íons fluoreto associado à hipocalcemia, hiponatremia e hipercalemia em menos de 30 minutos. Murao confirmou o distúrbio eletrolítico agudo em experimentos similares e mostrou que a queda no cálcio ionizado era maior nos ratos que foram a óbito quando comparados com os que sobreviveram.

Há na literatura inúmeros casos de envenenamento sistêmico como resultado de queimadura cutânea isolada.

Burke et al relataram o caso de um técnico de laboratório que foi atingido por gotas de HF a 100% na face, pescoço e braço, totalizando uma área corporal atingida de 2.5%. Apesar da descontaminação imediata por 5 minutos, seguida por colocação de compressa com óxido de magnésio e, após isso, a infiltração dos locais atingidos com 240 ml (duzentos e quarenta) de gluconato de cálcio a 10%, ainda assim o paciente evoluiu com envenenamento severo pelo íon fluoreto.

Do mesmo modo que Tapperman registrou um caso de trabalhador de refinaria que foi atingido por gotas em face pelo HF anidro (100%), também com 2.5% de área corporal afetada. Apesar das mesmas medidas conservadoras que o caso anterior, seguida por desbridamento cirúrgico das áreas afetadas, 5 horas após a exposição o paciente evoluiu com hipocalcemia severa que não respondeu à administração de gluconato de cálcio a 10% venoso e em grande quantidade. Evolução para óbito 10 horas após a exposição inicial com fibrilação ventricular intratável.

Crianças nem sempre respondem da mesma maneira que os adultos. Protocolos específicos devem ser utilizados.

## Respiratória

A inalação do vapor ou névoa do HF inicialmente afeta o nariz, garganta e olhos.

Os efeitos medianos incluem irritação e inflamação de mucosas, tosse e afilamento de brônquios.

Os efeitos clínicos de maior severidade podem ocorrer imediatamente e incluem edema de faringe com suboclusão ou obstrução de via aérea superior.

A lesão pulmonar pode ocorrer imediatamente ou ser retardada por 12 a 36 horas. Acúmulo de líquidos no

interstício pulmonar, constricção brônquica e colapso pulmonar parcial ou total podem ocorrer. Sintomas respiratórios podem ocorrer como consequência a pequenas áreas de pele atingida. As crianças são mais susceptíveis que os adultos pelo menor diâmetro das vias aéreas, assim como são mais vulneráveis à exposição ao gás pela maior ventilação minuto por quilo proporcionalmente ao adulto, associado à dificuldade de evacuação do local no momento da exposição.

## Cutânea

A depender da concentração do HF e da duração da exposição, pode haver dor, eritema e queimadura profunda com pouca liberação de calor.

A exposição prolongada ao HF em baixa concentração pode resultar em destruição tissular e óssea extensas.

## Concentração do HF

Acima de 50% - incluindo anidro

Lesão esperada

Dor imediata e severa, lesão esbranquiçada e formação de bolhas e destruição tissular.

De 20 a 50%

Lesão esperada

Dor e edema. Sintomas podem ser retardados por até 8 horas ou mais.

Abaixo de 20%

Lesão esperada

Geralmente sem sintomas imediatos. Após 12 a 24 horas, evolui para lesão grave.

Pela maior superfície cutânea proporcional, as crianças são mais vulneráveis aos químicos absorvidos pela pele.

## Oftálmica

Os olhos são extremamente susceptíveis ao HF na forma líquida ou vapor. A exposição oftálmica pode desnudar a córnea e/ou o epitélio conjuntival, levando ao edema de córnea, isquemia conjuntival e quemose.

A profunda penetração do íon fluoreto pode causar opacificação corneana e necrosa das estruturas da câmara anterior do olho. Usualmente os efeitos são notados após 1 dia da exposição, embora já haja na literatura descrição de lesão corneana retardada após 4 dias da exposição.

Complicações tardias incluem erosão de córnea recorrente, ceratoconjuntivites, formação de pterígio etc.

## Gastrintestinal

Causa lesão corrosiva aos lábios, boca, orofaringe e esôfago.

É relativamente comum a lesão gástrica grave com sangramento.

Observam-se também náuseas, vômitos, dor abdominal variável de moderada a importante e diarreia. Distúrbios ácido-básicos graves podem ocorrer como consequência da absorção do HF. Aspiração pulmonar é relativamente comum e pode levar a complicações respiratórias e sistêmicas graves.

#### Eletrolítica

Por qualquer uma das rotas de exposição pode haver absorção e efeitos sistêmicos. Os efeitos sistêmicos mais relatados são os distúrbios eletrolíticos, principalmente hipocalcemia, hipomagnesemia, acidose metabólica e hipercalemia. Tais alterações levarão a alterações renais, hepáticas e cardiológicas. Na maioria dos casos, não há evidência clínica da hipocalcemia. Todos os pacientes devem ser monitorizados e observados de forma cuidadosa a procura de alterações do segmento QT. Deve-se dosar os níveis de cálcio, magnésio, potássio, sódio, função hepática e renal. A reposição de cálcio não deve esperar o resultado laboratorial.

Como consequência das alterações supracitadas, observa-se queda de PA, arritmias, contrações musculares involuntárias, convulsões e óbito.

#### Potenciais Seqüelas

Vítimas de exposição ao HF que sobreviveram, podem evoluir com doenças pulmonares crônicas. Queimaduras ? normalmente profundas ? pelo HF demoram de cicatrizar e deixas seqüelas cicatriciais exuberantes.

Lesões em dedos são extremamente frustrantes para o paciente e o médico, pois são de cicatrização demorada, geralmente associadas com lesões ósseas, dores persistentes e lesões no leito ungueal. Além das cicatrizes deformantes e incapacitantes.

A exposição oftalmológica pode ocorrer perda parcial ou total da visão de forma temporária ou permanente. Em alguns casos pode-se ter amaurose imediata e até destruição do globo ocular pelo HF.

A ingestão do HF ? em qualquer concentração ? pode levar à lesão esofágica ou gástrica, que pode variar desde irritação local até destruição do órgão. Pode-se ter ainda uma lesão progressiva por semanas de ambos. É comum a observação de estenose cáustica do esôfago.

#### Exposição Crônica

A ingesta constante e diária de mais de 6 mg de flúor por dia pode resultar em escurecimento dentário nas crianças em desenvolvimento. Assim como pode ocasionar o acúmulo do íon flúor nos ossos e endurecimento do esqueleto em crianças e adultos.

Há relatos de que a exposição crônica ao HF pode levar a lesões renais ou hepáticas.

Nas crianças a exposição crônica ao HF pode ser de maior gravidade pelo maior período de latência delas.

#### Carcinogenicidade

Não há relatos, até o momento, de carcinogenicidade do HF.

#### Efeitos Sobre a Reprodução e Desenvolvimento

O HF não está incluído entre as substâncias químicas que causam efeito sobre a reprodução ou desenvolvimento fetal.

O flúor cruza a barreira placentária e, em baixas doses, acredita-se ser essencial para o desenvolvimento

fetal.

Não é excretado pelo leite ? ou, quando é, é em pequena concentração. Mas há casos relatados na literatura de crianças que apresentaram escurecimento dentário e tinham histórico de mães que ingeriam flúor durante a gravidez.

## **Atendimento pre-Hospitalar: Atenção**

### Atenção

? Vítimas expostas apenas ao HF na forma de gás não constituem risco para os socorristas de contaminação secundária. Diferentemente daquelas que foram vítimas de contaminação pelo HF nas formas líquida, solução, ou vapor condensado, que podem contaminar secundariamente os socorristas pelo vapor emanado ou pelo contato direto com o produto.

? HF é irritante para a pele, olhos e mucosas em geral.

? É um produto corrosivo que pode causar efeitos imediatos ou retardados no local atingido ou de forma sistêmica.

? Por qualquer das vias de penetração pode ocorrer lesões sistêmicas ? imediatas ou retardadas ? e incluem edema pulmonar, náuseas, vômitos, dor abdominal e arritmia cardíaca.

? A absorção do íon fluoreto pode causar ? independente da quantidade absorvida ? hipocalcemia, hipomagnesemia e hipercalemia. Essa alteração eletrolítica pode evoluir para PCR.

? A descontaminação imediata é imprescindível e salvadora.

? Gel ou soluções e medicamentos à base de cálcio devem ser usados imediatamente ? de forma tópica ou sistêmica ? com a finalidade de neutralizar o íon fluoreto.

? Pode haver necessidade de suporte ventilatório ou cardiovascular para a manutenção da vida.

? Se disponível e o paciente estiver consciente, dar ao mesmo tabletes de cálcio por via oral na tentativa de iniciar o controle da hipocalcemia que pode ocorrer.

### Zona Quente

Deve haver treinamento e equipamento de proteção adequada para que a equipe entre na zona de risco.

### Proteção para o Socorrista

Respiratória - Pelo fato do HF ser corrosivo para as vias aéreas e ter ação tóxica sistêmica, há necessidade de uso de máscara com ar enviado.

Cutânea ? O contato do HF com a pele leva a lesões corrosivas e a absorção gera também efeitos tóxicos sistêmicos. Há necessidade do uso de vestes que garantam a proteção química da pele.

### Suporte Básico de Vida

Acesso imediato à via aérea do paciente.

Se houver suspeita de trauma associado, manter imobilização da coluna cervical. Assim que possível posicionar um colar cervical e manter o paciente imobilizado sobre prancha rígida.

Assegurar boa respiração e circulação.

Se a vítima puder andar, orientá-la para a saída imediata da zona de contaminação. Em caso de impossibilidade da mesma andar removê-la em maca, liteira, amparada ou carregada.

## **Area de descontaminacao:**

### Atenção

? Vítimas expostas apenas ao HF na forma de gás não constituem risco para os socorristas de contaminação secundária. Diferentemente daquelas que foram vítimas de contaminação pelo HF nas formas líquida, solução, ou vapor condensado, que podem contaminar secundariamente os socorristas pelo vapor emanado ou pelo contato direto com o produto.

? HF é irritante para a pele, olhos e mucosas em geral.

? É um produto corrosivo que pode causar efeitos imediatos ou retardados no local atingido ou de forma sistêmica.

? Por qualquer das vias de penetração pode ocorrer lesões sistêmicas ? imediatas ou retardadas ? e incluem edema pulmonar, náuseas, vômitos, dor abdominal e arritmia cardíaca.

? A absorção do íon fluoreto pode causar ? independente da quantidade absorvida ? hipocalcemia, hipomagnesemia e hipercalemia. Essa alteração eletrolítica pode evoluir para PCR.

? A descontaminação imediata é imprescindível e salvadora.

? Gel ou soluções e medicamentos à base de cálcio devem ser usados imediatamente ? de forma tópica ou sistêmica ? com a finalidade de neutralizar o íon fluoreto.

? Pode haver necessidade de suporte ventilatório ou cardiovascular para a manutenção da vida.

? Se disponível e o paciente estiver consciente, dar ao mesmo tabletes de cálcio por via oral na tentativa de iniciar o controle da hipocalcemia que pode ocorrer.

### Zona Quente

Deve haver treinamento e equipamento de proteção adequada para que a equipe entre na zona de risco.

### Proteção para o Socorrista

Respiratória - Pelo fato do HF ser corrosivo para as vias aéreas e ter ação tóxica sistêmica, há necessidade de uso de máscara com ar enviado.

Cutânea ? O contato do HF com a pele leva a lesões corrosivas e a absorção gera também efeitos tóxicos sistêmicos. Há necessidade do uso de vestes que garantam a proteção química da pele.

### Suporte Básico de Vida

Acesso imediato à via aérea do paciente.

Se houver suspeita de trauma associado, manter imobilização da coluna cervical. Assim que possível posicionar um colar cervical e manter o paciente imobilizado sobre prancha rígida.

Assegurar boa respiração e circulação.

Se a vítima puder andar, orientá-la para a saída imediata da zona de contaminação. Em caso da impossibilidade da mesma andar removê-la em maca, liteira, amparada ou carregada.

## **Zona de atendimento:**

Assegurar-se de que houve a descontaminação adequada. Em caso negativo, descontaminar conforme descrito anteriormente.

As vítimas já descontaminadas ou expostas apenas ao vapor de HF não constituem riscos para os



socorristas.

Permeabilizar via aérea imediatamente.

Em caso de suspeita de trauma, manter imobilização de coluna cervical com colar e prancha rígida.

Garantir boa ventilação e circulação, fornecendo oxigênio suplementar via máscara com bolsa se necessário.

Acesso venoso calibroso.

Monitorização cardíaca ? achados patológicos mais comuns são Prolongamento de QT ou da duração do QRS.

Não utilize injeções de CLORETO DE CÁLCIO no tratamento de queimaduras cutâneas, pois ele pode causar corrosão e levar à lesão secundária e piora do trauma. O que deve ser utilizado é o gluconato de cálcio sob a forma gel ou ampola (2.5g em 100ml de lubrificante hidrossolúvel ou uma ampola de gluconato de cálcio a 10% em cada 25g de lubrificante hidrossolúvel tipo KY Gel). Continuar o uso até que a dor tenha cessado ou possa haver terapia mais agressiva.

É importante que os profissionais que forem passar o gel sobre o corpo do paciente estejam utilizando luvas de borracha para que não se transformem em novas vítimas do HF.

Se os olhos continuam irritados, continuar com a descontaminação oftálmica com água ou solução salina.

Remover lentes de contato com cuidado para não causar trauma adicional. O uso de colírio anestésico pode ajudar na melhora da dor e conseqüentemente na elevação da efetividade da descontaminação.

Em casos de ingestão, não induzir ao vômito e nem administrar carvão ativado. Vítimas conscientes podem tomar 200 a 300ml de água ou leite. Se possível, usar 100 a 200 ml de antiácido contendo magnésio ou cálcio.

#### Tratamento Avançado

Em caso de comprometimento respiratório, assegurar via aérea com entubação ou cricotireoidostomia.

Tratar pacientes com broncoespasmo com broncodilatadores aerossóis, pois intoxicações por produtos químicos associados podem levar a uma sensibilização miocárdica e o uso dessas drogas parenterais pode elevar o risco de toxicidade ao órgão. A intoxicação pelo HF apenas não mostrou efeito sinérgico de toxicidade quando associado ao uso de broncodilatadores parenterais.

Pacientes em coma, hipotensos, com arritmia ou crises convulsivas, devem ser tratados conforme protocolos específicos de suporte avançado de vida (ALS).

A hipocalcemia ? manifestada clinicamente por tetania e/ou arritmias ? pode ocorrer mesmo numa contaminação por pequena quantidade de HF. Administrar ao paciente Gluconato de Cálcio a 10% endovenoso.

A contaminação respiratória pode ser tratada com a nebulização de solução de gluconato de cálcio a 2.5% (2.5g de gluconato de cálcio ou 25ml de gluconato de cálcio a 10% diluídos em 100ml de água). O sucesso dessa terapia não está ainda comprovado.

A queimadura cutânea pode ser tratada com o uso do gel de gluconato de cálcio como descrito acima. O parâmetro do sucesso do tratamento é a interrupção ou melhora da dor. Em caso de insucesso, iniciar tratamento injetável de gluconato de cálcio (não Cloreto de Cálcio) a 10%, subcutâneo, no volume de 0,5ml por cm<sup>2</sup> de área corporal atingida. É uma injeção dolorosa, mas o uso de anestésico local deve ser evitado, pois pode causar mascaramento da dor, parâmetro de maior importância na avaliação do sucesso da terapêutica.

## Transporte para Hospital

Apenas pacientes descontaminados ou que não requeiram descontaminação devem ser transportados para o hospital.

Antes do transporte o hospital e o médico responsável devem ser comunicados.

Nos casos de ingestão, preparar a ambulância com várias toalhas e sacos descartáveis já abertos para rapidamente limpar e isolar o vômito com conteúdo tóxico. Não esquecer de também se proteger.

## Múltiplos Casos

Vítimas que tenham apenas tido contato leve com a substância e estejam completamente assintomáticas, podem ser liberadas após terem tido nomes, endereços e telefones catalogados, com orientação precisa de como se comportar em caso da mínima sintomatologia. Muito provavelmente não haverá complicações.

Em casos de inalação, transportar imediatamente a vítima que tenha inalado o HF e que esteja com sintomas respiratórios, mínimos que sejam.

A exposição oftalmológica ou cutânea grave (mãos, dedos ou exposição corporal de área atingida maior que a palma da mão da vítima) ou a presença de queimaduras são indicadores de transporte imediato das vítimas para o hospital. Continuar irrigação durante o transporte. Nenhum paciente pode ser liberado após contato oftalmológico ou cutâneo confirmado com o HF por causa dos efeitos retardados e dos efeitos sistêmicos.

Em caso de ingestão, transportar imediatamente para hospital, tomando as devidas precauções para evitar exposição em caso de vômitos. Observar atentamente, pois os efeitos sistêmicos são comuns de ocorrer.

## **Tratamento hospitalar: Atenção**

### ATENDIMENTO NA UNIDADE DE EMERGÊNCIA E UTI

#### Atenção

Pacientes vítimas de contaminação pelo HF sob forma de vapor, não se constituem risco para a equipe de atendimento. No entanto, pacientes que chegam com roupas ou pele contaminadas pelo HF líquido ou solução, são fontes de contaminação para todos na proximidade, pelo gás emanado ou pelo contato direto com o produto.

O HF é um corrosivo potente que pode causar queimadura profunda e dolorosa.

As crianças tendem a ser mais vulneráveis pelo menor diâmetro das vias aéreas

A absorção dos íons fluoreto pode causar hipocalcemia severa e PCR.

A hipocalcemia deve ser considerada como risco sempre que houver inalação, ingestão ou queimaduras que excedam 25 cm<sup>2</sup> (aproximadamente a palma da mão).

Pelo fato da rápida penetração e da grande toxicidade do íon fluoreto, a descontaminação rápida e efetiva é crítica.

A utilização de gel com cálcio é essencial para a neutralização do fluoreto. A dor da lesão não deve ser sedada com anestésico local, pois o grau de dor é um indicativo da eficácia da terapia.

O tratamento pode incluir também o suporte ventilatório e cardiovascular.

Pacientes descontaminados ou aqueles que se expuseram apenas ao vapor ou gás do HF e estão sem

lesões cutâneas ou conjuntivais, devem ser transferidos o quanto antes para a unidade de terapia intensiva. Os ainda não descontaminados devem o ser imediatamente.

O pessoal de atendimento deve tomar cuidados extras no manuseio desses pacientes ainda contaminados, com o uso de roupas específicas químico-resistentes (Tyvek? ou Saranex?) ou vestes de PVC. Ainda utilizar vários pares de luvas e óculos de proteção.

### Suporte Básico

Avaliar e abrir vias aéreas. Garantir respiração e circulação, se necessário com entubação ou cricotireoidostomia.

Em caso de broncoespasmo dar preferência a agentes aerossóis, por causa do risco de toxicidade miocárdica em certas exposições químicas múltiplas. Esse efeito é mais observado no paciente idoso. Não há relatos de que o HF isolado eleve o risco de toxicidade miocárdica quando associado aos broncodilatadores parenterais.

Pacientes comatosos, hipotensos, em crise convulsiva ou com arritmias, devem ser tratados de acordo com os protocolos específicos.

Caso o paciente não tenha sido descontaminado anteriormente, iniciar imediatamente a descontaminação.

A descontaminação imediata é crítica. Despir completamente o paciente e lacrar, em sacos duplos, o material contaminado. Não esquecer de se auto-protoger para não se tornar vítima. Irrigar a pele atingida com água corrente, de preferência sob um chuveiro, por pelo menos 20 minutos. Cuidado com hipotermia, principalmente nos idosos e nas crianças. Se necessário, utilizar cobertores ou aquecedores. Os pacientes que estiverem andando poderão ser responsáveis pela própria descontaminação ? sob observação sempre. No caso de exposição oftálmica ? pacientes ainda não descontaminados ? irrigar os olhos com água corrente ou solução fisiológica por pelo menos 20 minutos. Remover cuidadosamente lentes de contato se presentes, observando para não causar trauma secundário. Continuar irrigação até a chegada do paciente à UTI. Um anestésico pode ser necessário para aliviar o blefaroespasma e retratores palpebrais podem ser utilizados para exposição e descontaminação adequadas.

Em caso de ingestão, não induzir ao vômito e nem administrar carvão ativado. Se consciente, oferecer ao paciente 300 ml de água ou leite. Se disponível, antiácidos a base de cálcio ou magnésio para quelar o íon fluoreto. Endoscopia o mais precoce possível para avaliar danos ao aparelho digestivo. Medidas de suporte para tratamento das complicações.

Monitorar as funções cardíaca, renal e hepática. A hipocalcemia pode causar prolongamento de QT e arritmias graves.

Oximetria de pulso constante.

### Tratamento

#### Exposição Cutânea

##### Fase 1

Conforme descrito acima, a descontaminação é crítica. Tem a finalidade de diluir o material ainda presente e diminuir o contato do mesmo com a pele. No ?Jornal Médico da China? foram descritos 187 casos de queimaduras por HF. Aqueles que não foram descontaminados apresentaram queimaduras mais profundas. Particularmente para o HF a descontaminação com água tem particular importância pelo fato de que em

parte as propriedades do ácido derivam de íons que não estão presentes em concentrações abaixo de 10%. Ou seja: a descontaminação pode converter o HF para uma forma menos perigosa.

Esse pequeno passo pode, sozinho, ter uma grande eficiência. O trabalho descrito por Roberts, relata a experiência na Empresa Britânica de Combustíveis Nucleares, de 494 casos de queimaduras tratados entre os anos de 1948 e 1975, metade dos quais causados por HF em concentração acima de 40%. Ele descreve que 460 pacientes foram tratados apenas com descontaminação por água fria. Ele orientou aos trabalhadores que, ao se contaminarem com o HF, deveriam ser descontaminados no local por pelo menos 20 minutos antes de irem ao serviço médico, onde o mesmo tratamento seria repetido se necessário? se recorrência do quadro alérgico (dois a três períodos de descontaminação eram geralmente suficientes). Dentro de 1 semana, 79% dos pacientes estavam bem e não havia complicações com necrose profunda. Ele sugeriu que a água fosse mais efetiva que qualquer outro agente.

Todos os autores concordam que a descontaminação com água deve começar imediatamente. A duração dessa lavagem é ainda controversa. A opinião geral é de que deve durar pelo menos 20 minutos.

Alguns autores recomendaram o uso adicional de agentes tópicos. Ziener sugeriu imergir a área afetada numa solução de bicarbonato de sódio morna. Sevitt utilizou solução com fosfato. Outros ainda sugeriram a utilização de soluções contendo amônia em fraca concentração. É conhecido que o fluoreto de amônia formado se transforma em bifluoreto de amônia, que é corrosivo para a pele.

Todos esses tratamentos sugeridos não obtiveram comprovação científica de efetividade e foram abandonados. Como Craig evidenciou, perde-se muito tempo à procura de antídotos, quando a lavagem com água de forma imediata é mais benéfica e rápida.

## Fase 2

Essa fase tem como objetivo a inativação do íon fluoreto livre e tóxico, num sal de fluoreto precipitado, inócuo.

Desde 1911 foi demonstrado que o íon cálcio poderia diminuir os efeitos deletérios dos íons fluoreto nos tecidos. Com esse conceito em mente, foram tentados diversos tratamentos tópicos.

Compostos de Magnésio? Em 1932 foi tentada a utilização de Óxido de Magnésio em glicerina, inicialmente sugerindo bons resultados. Desde então, outros autores passaram a usar a pasta de Óxido ou Sulfato de Magnésio. A experiência no uso dessas substâncias mostrou ineficiência das mesmas, provavelmente pela baixa penetração do íon magnésio pela pele. Recentemente foi demonstrado em modelo com ratos que o uso do gluconato de magnésio é inferior ao gluconato de cálcio em termos de severidade de lesão histológica pós queimadura com HF. De forma, foi demonstrado também que o antiácido na forma de gel composto pelo magnésio foi tão efetivo quanto o gel de gluconato de cálcio.

Compostos Quaternários de Amônio? Desde a década de 60 que se utilizam tais compostos. Há diversos mecanismos sugerindo a forma de inativação do fluoreto pelos compostos quaternários de amônia. São eles:

1. Troca do cloro ionizado pelo fluoreto, produzindo um complexo de fluoreto não ionizado;
2. Alteração direta da permeabilidade da membrana celular;
3. Por reduzir a tensão superficial, permite um maior contato entre os fluidos hídricos e os componentes teciduais;
4. Como efeito secundário e benéfico, controlam a penetração de microorganismos pela pele lesada.

A maioria das lesões por HF podem ser tratadas pela imersão da área atingida numa solução aquosa gelada

de composto quaternário de amônio. Duas são as soluções mais utilizadas no momento: o Cloreto de Benzalcônio a 0.13% (como o Zephiran®) ou o Cloreto de Benzetônio a 2% (como a Hyamine 1622®). Em razão de poder ser adquirido sem receita médica, nos Estados Unidos, o Cloreto de Benzalcônio é o recomendado.

As soluções devem ser resfriadas com cubos de gelo (gelo raspado ou triturado devem ser evitados pois podem causar lesão pelo frio). Se não houver possibilidade de imersão, utilizar compressas embebidas na solução. Em qualquer dos casos, o produto deve ser utilizado por um período mínimo de 2 horas. As compressas devem ser trocadas ou reembebidas a cada 2 a 4 minutos e a imersão pode ser interrompida a cada 10 ou 15 minutos para não se tornar desconfortável para o paciente. Após imersão de 30 a 60 minutos, pode-se diminuir a quantidade de gelo para elevar a temperatura do líquido. Em caso de formação de bolhas, estas devem ser abertas e o tecido desbridado antes do uso do composto quaternário.

O sucesso do tratamento é avaliado pela melhora ou remissão da dor local. Em caso de recidiva da dor após o término das 2 horas, deve-se repetir o tratamento por mais duas horas. De uma forma geral, com 4 a 6 horas de tratamento obtém-se remissão sintomática. O uso da solução gelada é recomendada por:

? Redução da dor local;

? Possível retardo na destruição dos tecidos ? pela vasoconstricção e menor absorção do fluoreto;

? Possível retardo na passagem do íon fluoreto para a corrente sanguínea.

Contra-indicação para o uso do composto quaternário: queimaduras em face ou outras áreas sensíveis, pela natureza irritante da substância. Nesses casos deve-se utilizar o gel ou a solução injetável de gluconato de cálcio.

Grandes queimaduras, queimaduras graves por HF concentrado ou queimaduras com tratamento retardado, exigirão o uso de gluconato de cálcio injetável além de ou no lugar da imersão pelos compostos quaternários.

#### Gel de Gluconato de Cálcio

Consiste em gluconato de cálcio a 2.5% em lubrificante hidrossolúvel(tipo KY Gel®). Deve ser utilizado imediatamente após a descontaminação com água. Deve ser espalhado sobre a área atingida. O socorrista deve estar protegido com mais de uma luva de borracha para que não haja contaminação secundária e ele não se transforme em vítima.

Se usado como tratamento único, deve-se aplicar grandes quantidades do produto sobre a área lesada, realizando massagens intermitentes por um período de várias horas.

Pode-se haver necessidade da utilização do gel por 4 a 6 vezes ao dia por um período de 3 ou 4 dias.

O gel é principalmente utilizado para as queimaduras em face ou nos pavilhões auriculares, lesões pequenas que possam ser massageadas pela própria vítima. Pode ser especialmente útil para os casos de queimaduras com o HF diluído, normalmente a forma encontrada nos produtos de uso diário, como tira ferrugem, limpador de alumínio etc.

A avaliação da eficiência do tratamento é avaliada pelo alívio da dor. Se após 30 a 60 minutos não houver alívio, deve-se considerar a possibilidade de associação ou mudança do tratamento, com a utilização dos compostos quaternários ou injeção de gluconato de cálcio.

Nos casos de queimadura subungueal, o tratamento de imersão não é eficiente. Esses casos requerem acompanhamento pelo especialista. Muita cautela deve ser usada, pois injeções múltiplas de gluconato de cálcio nos dedos podem evoluir com necrose local por aumento de pressão. Pode ser necessária a exérese

ungueal e/ou incisões descompressivas. Em alguns casos têm-se evitado o procedimento cirúrgico ao se usar a terapêutica imediatamente após a exposição. Como alternativas para uma maior penetração da substância no leito ungueal, pode-se fazer perfurações na unha, abrir incisões até o leito etc. A recomendação é que não se utilize de anestesia local, pois tal procedimento mascararia a resposta ao tratamento. Deve-se usar a anestesia geral ou o bloqueio regional.

Como alternativa ao banho como composto quaternário, pode-se lançar mão da colocação da mão numa luva de maior tamanho que a mão, preenchida por gel de gluconato de cálcio. Inicialmente o local deve ser massageado com o gluconato, para aumentar a penetração e só depois a mão será colocada na luva. Se houver melhora da dor, a luva deverá permanecer posicionada por 3 a 4 horas. Pode-se usar a imersão da mão enluvada em água gelada para diminuir ainda mais a dor. Se em 30 a 60 minutos não houver melhora da dor, outros métodos devem ser tentados.

### Gluconato de Cálcio Injetável

Nas lesões consideradas grandes ? acima de 25 polegadas ou 160 cm<sup>2</sup> - ou nas lesões pelo HF com concentração acima de 50%, utiliza-se o gluconato de cálcio a 5%, injetável em sub cutâneo. O mesmo pode ser feito nas lesões consideradas pequenas, mas que não responderam às medidas mais conservadoras descritas anteriormente.

O gluconato de cálcio a 5% deve ser injetado com uma agulha fina, de preferência hipodérmica, sob e em torno da lesão, em direção ao centro da mesma. Para se obter a solução a 5% utiliza-se a diluição em partes iguais de solução fisiológica estéril (Não usar o Cloreto de Cálcio, que é corrosivo e pode resultar em lesão secundária adicional).

A dose recomendada de gluconato de cálcio a 5% é de 0.5ml por cm<sup>2</sup>.

Não se recomenda a utilização de anestésico local, pois o controle da dor após o uso de terapêutica específica é um indicador de resposta adequada ao tratamento. A aplicação não deve distorcer a aparência da pele.

Não esquecer da desinfecção adequada da pele, pois as múltiplas injeções no local se constituem porta de entrada para infecções.

Algumas escolas preferem utilizar o gluconato de cálcio como tratamento inicial, ao invés da utilização das medidas incruentas descritas anteriormente. Os estudos mostram que as medidas menos agressivas quando realizadas imediatamente após o incidente, tornam a injeção do gluconato de cálcio a 5% desnecessária, pois podem reverter o quadro.

### Gluconato de Cálcio Intra-Arterial

Em alguns casos pode ser necessária a utilização do medicamento intra-arterial. Quando há queimadura dos dedos ou dos membros superiores, pelo risco de isquemia na aplicação sub-cutânea, pela exposição por tempo prolongado, pela resposta inadequada às manobras menos invasivas ou pela demora entre o tempo de exposição e a instituição da terapêutica, algumas escolas preferem o uso intra-arterial do gluconato de cálcio a 5%.

Técnica: punção arterial, por onde é realizado angiograma para localizar área mais afetada. De acordo com o fluxo para o local, a artéria é escolhida, podendo ser tanto a braquial, radial ou ulnar, posicionando a ponta do cateter o mais próximo possível da lesão.

Embora anestesia possa ser feita, ela deve ser evitada a todo custo, pois a diminuição ou interrupção da dor

após o uso de medicamento específico é o melhor sinal da efetividade do sucesso terapêutico.

A dosagem do medicamento:

? 10 ml de Gluconato de cálcio a 10% diluído em 40ml de solução de glicose a 5%.

? Infundir em 4 horas em fluxo contínuo por bomba de infusão.

Observar circulação distal do membro afetado.

Após o término da dose, a infusão pode ser interrompida se não há mais dor, mas o acesso venoso deve ser mantido. Se houver recidiva do quadro algico nas próximas horas, a dosagem deve ser repetida. Repetir a dosagem após 12 horas e manter a cada 12 horas até o paciente estar assintomático e a lesão bem demarcada.

Em 1983, Velvart utilizou esse protocolo para tratar 12 pacientes e os comparou com outros 17 casos similares tratados por infiltrações múltiplas. Os pacientes foram divididos em 3 grupos de acordo com a severidade da lesão na avaliação inicial. Observou-se que os pacientes tratados pela infusão intra-arterial obtiveram resultados superiores em se tratando de alívio da dor e melhora do quadro.

A infusão intra-arterial, embora de maior complexidade, deve ser considerado principalmente quando o paciente já recebeu tratamento adequado sem resposta ou tratamento inadequado ou retardado ou nas condições citadas anteriormente.

#### Infusão Intravenosa

Na tentativa de obter os mesmos efeitos da ação intra-arterial, mas sem os riscos da mesma, Henry reportou um caso de paciente de 54 anos queimado no polegar por HF a 20% e que só procurou assistência 16 horas após o incidente. Após exsanguinação do membro superior do lado afetado, foi inflado o manguito e suspensa a irrigação arterial. 5 ml de gluconato de cálcio a 10% foi diluído em 20 ml de solução fisiológica e realizado infusão em 15 a 20 minutos em veia dorsal da mão. Houve imediata melhora da dor. O polegar que estava pálido e edemaciado retornou à cor normal em 24 horas e após 5 dias observou-se recuperação total.

É um método pouco utilizado ainda e de eficácia não comprovada.

#### Tratamento Cirúrgico

Em havendo formação de bolhas, lesão ungueal, lesão nas mãos ou a presença de tecido necrótico, o cirurgião deverá ser acionado para realizar o desbridamento das queimaduras o mais precoce possível. Se necessário, até antes da instituição da terapêutica local (se cirurgião disponível para chegada e atendimento imediatos).

#### Exposição Inalatória

Deve-se ministrar ao paciente, sob forma de nebulização com oxigênio a solução:

? 2.5g de gluconato de cálcio diluídos em 100ml de água ou

? 25 ml de gluconato de cálcio a 10% diluídos em 100ml de água.

Edema agudo de pulmão ou obstrução de via aérea pelo edema podem ocorrer.

Corticosteróides em doses máximas devem ser introduzidos precocemente.

Não há indicações para a antibioticoprofilaxia, mas há risco elevado de infecções secundárias. Estas devem ser tratadas de forma agressiva e precoce, de acordo com os protocolos da unidade.

Manter o paciente internado por pelo menos 24 horas após estar assintomático, sendo monitorizado com

avaliações respiratórias repetidas, Raios X de tórax, hemogasometria arterial e outros testes de avaliação que se julgar necessário a depender da evolução do quadro.

#### Exposição Oftalmológica

É indicada a consulta imediata com oftalmologista, mesmo com o paciente já assintomático.

Não utilizar colírios, pomadas ou qualquer outra substância para lesões oftálmicas ? exceto água corrente ou solução fisiológica.

Não utilizar o gel de gluconato de cálcio para esse tipo de lesão.

Irrigar os olhos com mais 2 litros de solução salina ou água corrente.

Instilar algumas gotas de solução aquosa de gluconato de cálcio a 1% (50 ml de gluconato de cálcio a 10% diluídos em 450 ml de solução salina estéril). Após a irrigação deve-se medir o pH do olho e realizar um exame oftalmológico completo e metuculoso.

Anestesia tópica pode ser utilizada para facilitar a realização dos procedimentos de irrigação e minimizar a tendência de oclusão do olho. Uma ou duas gotas do anestésico podem dar um conforto de cerca de 20 minutos ao paciente.

#### Ingestão

Não administrar eméticos e nem carvão ativado.

Se o paciente estiver acordado e consciente e se o procedimento não tiver sido feito anteriormente, fazer com que ele ingira 300 ml de água para diluir o ácido.

Administrar por via oral uma dose elevada ? 100 ml ? de Mylanta Plus®, Maalox® ou Leite de Magnésia®.

O magnésio contido nesses produtos tem a capacidade de quelar o íon fluoreto no estômago.

Não administrar, em hipótese alguma, o Bicarbonato de Sódio na tentativa de neutralização ácida. A reação vai causar queimaduras.

Considerar endoscopia digestiva alta precoce para avaliar a extensão das lesões no aparelho digestivo.

Edema na orofaringe pode ser intenso e requerer entubação ou cricotireoidostomia precoce, antes que ocorra obstrução de vias aéreas.

A lavagem gástrica com sonda naso enteral de pequeno calibre deve ser considerada em algumas eventualidades, principalmente na remoção do material cáustico e preparo para a EDA. Muito cuidado deve-se ter no momento de sondar o paciente, para que não ocorra lesão secundária do tubo gastro intestinal. Considerar a lavagem gástrica se:

1. Houve ingestão de dose elevada de HF.
2. O paciente puder ser reavaliado no período de 30 minutos.
3. O paciente apresenta lesões em cavidade oral ou desconforto esofágico persistente.
4. A lavagem pode ser administrada dentro de 1 hora após a ingestão.

Pelo fato de as crianças não ingerirem grandes quantidades do material corrosivo e pelo risco elevado de perfuração do tubo digestivo durante sondagem, a lavagem gástrica é desencorajada nas mesmas, exceto se realizada sob visão direta durante a endoscopia.

O material da lavagem gástrica, assim como o vômito, são considerados matérias tóxicos e potencialmente contaminantes para toda a equipe. Devem ser isolados num container fechado.

#### Efeitos Sistêmicos



Há riscos de efeitos sistêmicos, principalmente com a contaminação via inalatória e digestiva. No entanto, inúmeros casos são citados na literatura sobre efeitos sistêmicos após queimaduras cutâneas. Considerar, de acordo com Greco et al, como grupos de risco para queimaduras cutâneas com efeitos sistêmicos e passíveis de tratamento as seguintes exposições:

? Exposição de 1% de área corpórea ao HF a 50% ou mais concentrado.

? Exposição de 5% de área corpórea ao HF em qualquer concentração.

Deve-se considerar outros fatores que afetam a absorção do ácido, como a duração da exposição.

Tratar a hipocalcemia utilizando o gluconato de cálcio a 10% intra venoso, na dose de 0.1 a 0.2 ml/kg.

Repetir a infusão até que o paciente deixe de apresentar manifestações clínicas, normalize o ECG e/ou os níveis séricos do cálcio retornem ao normal. Fazer dosagem do cálcio de hora em hora.

Tratar a hipomagnesemia com 2 a 4 ml de sulfato de magnésio a 50% intra venoso, com infusão em 40 minutos.

## **Unidade de terapia intensiva:**

### **Exames complementares:**

? Hemograma

? Glicemia

? Bioquímica

? Eletrólitos

? Hemogasometria arterial

? Rx tórax

? ECG

### **Efeitos retardados:**

### **Liberacao do paciente:**

Pacientes na Unidade de Emergência com área corporal atingida menor que a palma da mão e que apresentem níveis séricos de cálcio normais e responderam adequadamente ao tratamento, podem ser dispensados após um período de 6 horas assintomáticos. Devem ser orientados a imediatamente retornar se houver qualquer sintomatologia, por menor que seja.

#### **Acompanhamento do Paciente**

Sobreviventes de uma grande e grave exposição ao HF devem ser avaliados e acompanhados pelos riscos de alteração da função pulmonar e cardiológica.

Esses pacientes têm um risco elevado de apresentarem seqüelas respiratórias e devem ser monitorados por semanas a meses, com acompanhamento por pneumologista.

A cicatrização das lesões cutâneas são extremamente demoradas.

Exposição oftálmica pode levar à amaurose. Pacientes após exposição oftalmológica, devem ser

reavaliados pelo mesmo oftalmologista após 24 horas.

A ingestão pode levar à corrosão imediata do esôfago e estômago, assim como pode evoluir de forma mais insidiosa por semanas após à exposição e pode resultar em estenose esofagiana grave.

### **Referencias:**

Material pesquisado por: Médico do PAME Dr.Claudio Azoubel Filho. Referências da Pesquisa: Ver arquivo Técnico no PAME. Período da Pesquisa: 2009. BAMEQ Atualizado em: 2017.