

Chemical Emergency Medical Guideline

Informationen und Empfehlungen für medizinisches Personal

Fluorwasserstoff / Flusssäure

CAS-Nr.: 7664-39-3

GHS-Symbole:



GHS05
Ätzwirkung



GHS06
Akute Toxizität

Signalwort: Gefahr

Gefahrenhinweise:

- H310 Lebensgefahr bei Hautkontakt.
H314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.
H301+H331 Giftig bei Verschlucken oder Einatmen.

Kurzinformation

- Patienten, die selbst oder deren Kleidung mit Flusssäure benetzt ist, können Rettungskräfte und andere Personen durch direkten Kontakt oder durch Flusssäuredämpfe gefährden.
- Flusssäure ist eine stark ätzende Chemikalie, die äußerst schmerzhaft Wunden verursachen kann.
- Fluorid-Ionen werden sehr gut und schnell über alle Einwirkungswege aufgenommen. Eine Hypokalzämie und andere metabolische Veränderungen können die Folge sein.
- Systemische Vergiftungen können in Störungen des Herz-Kreislauf-Systems (vor allem Herzrhythmusstörungen), des zentralen Nervensystems sowie Nierenversagen bis hin zum Atem- und Kreislauf-Stillstand resultieren.
- Eine sofortige Reinigung unter Beachtung des Eigenschutzes ist die wichtigste Maßnahme: vor Entfernung der Kleidung die betroffenen Augen, Haut- und Haarpartien mit reichlich Wasser sorgfältig spülen.
- Die frühe intravenöse Verabreichung von Kalzium und/oder Magnesium kann den systemischen Effekten von Flusssäure entgegenwirken. Abhängig von Art und Schwere der Exposition kann Kalziumglukonat als Gel lokal aufgetragen werden, als Lösung zum Spülen der Augen verwendet werden, injiziert (subkutan, intravenös) oder inhaliert werden.

Inhalt

1. Informationen zur Substanz	3
2. Exposition	3
2.1. Einatmen	3
2.2. Haut-/Augenkontakt	3
2.3. Verschlucken	3
3. Akute gesundheitliche Wirkungen	3
3.1. Lokale Effekte	3
3.2. Systemische Effekte	3
3.3. Herz-Kreislauf	3
3.4. ZNS	4
3.5. Augenkontakt	4
3.6. Atemwege	4
3.7. Hautkontakt	4
3.8. Magen- Darm	4
3.9. Andere systemische gesundheitliche Auswirkungen	4
3.10. Mögliche Folgen	4
4. Maßnahmen	4
4.1. Selbstschutz der Helfer	4
4.2. Rettung	5
4.3. Reinigung	5
4.4. Initiale Behandlung (präklinisch oder klinisch)	5
4.5. Weiteres Vorgehen und Behandlung	7
4.6. Biomonitoring	8
4.7. Entlassung des Patienten / Anweisungen für das weitere Verhalten	8
5. Literaturangaben	9

1. Informationen zur Substanz

Fluorwasserstoff / Flusssäure (HF) CAS 7664-39-3.

Wässrige Lösungen von Fluorwasserstoff werden als Flusssäure bezeichnet.

Fluorwasserstoff ist eine stechend riechende, bei 19-20°C siedende, farblose, klare, an feuchter Luft stark rauchende Flüssigkeit. Auch diese Dämpfe der Flusssäure sind giftig. Flusssäure siedet als azeotropes Gemisch bei 112°C. Bei Erhitzen von Flusssäure mit einer Konzentration > 40 % gas Fluorwasserstoff aus.

Fluorwasserstoff entsteht auch bei der Hydrolyse verschiedener Fluoride (Cobaltfluorid, Phosphorpentafluorid, Silizium-Tetrafluorid, Schwefeltetrafluorid). Flusssäure ist eine sehr starke Säure, die mit vielen Verbindungen unter starker Wärmeentwicklung reagiert und dabei leicht entflammbare und explosive Stoffe bilden kann. Sie greift Metall, Glas und Stein an und löst Silizium auf und muss daher in Plastik, Blei, Wachs oder Paraffinflaschen aufbewahrt werden. Flusssäure wird zur Herstellung anorganischer Fluoride und bei der Oberflächenbehandlung von Gläsern und Metallen eingesetzt (Reinigen, Ätzen, Emaillieren). Als verdünnte Lösung dient sie als Industrie- und Haushaltsreiniger und als Hilfsstoff in der Elektronik- und Halbleiterindustrie.

2. Exposition

2.1. Einatmen

Die Aufnahme großer Mengen an Fluorid-Ionen durch Einatmen von Flusssäuredämpfen kann zu systemischen Vergiftungen führen. Die starke Reizwirkung von Flusssäure hat eine deutliche Warnwirkung gegenüber gefährlichen Konzentrationen.

2.2. Haut-/Augenkontakt

Eine Exposition gegenüber Flusssäure erfolgt im Wesentlichen durch Hautkontakt. Fluorid-Ionen werden sehr gut und schnell über Haut und Augen aufgenommen und können so zu systemischen Vergiftungen führen. Falls mehr als 160 cm² Haut betroffen sind (Fläche von ca. 1-2 Handflächen), besteht die Gefahr schwerer systemischer Wirkungen. Auch schon geringe Konzentrationen (<2 %) können bei andauernder Einwirkung zu schweren Haut- und Augenverätzungen führen.

2.3. Verschlucken

Versehentliches Verschlucken von Flusssäure führt schnell zu starken Verätzungen der Schleimhäute in Rachen, Speiseröhre und Magen-Darm-Trakt sowie bei Resorption zu systemischen Vergiftungserscheinungen. Bei Erwachsenen sind Todesfälle nach Aufnahme ab einer Menge von 1500mg Flusssäure beschrieben.

3. Akute gesundheitliche Wirkungen

3.1. Lokale Effekte

Der Kontakt mit Flusssäure kann zu sehr schmerzhaften Verätzungen an Augen, Haut und dem Magen-Darm-Trakt führen.

3.2. Systemische Effekte

Durch den Kontakt mit Flusssäure kann es zu einer Reaktion des Fluors mit körpereigenem Kalzium und anderen Elektrolyten kommen. Ein deutlicher Abfall vor allem des Kalziumspiegels sowie von anderen Elektrolyten und daraus resultierende Stoffwechselveränderungen bis hin zum Herz-Kreislauf-Stillstand mit tödlichem Ausgang können die Folge sein.

3.3. Herz-Kreislauf

Aufgrund der Bindung von Kalzium und Magnesium sowie Veränderungen des Kaliumspiegels kann es zu lebensbedrohlichen Herzrhythmusstörungen kommen, insbesondere zu Kammerflimmern und Asystolie.

3.4. ZNS

Fluorid-Ionen können durch eine direkte toxische Wirkung auf das zentrale Nervensystem zu Koma und Atemstillstand führen.

3.5. Augenkontakt

Eine Exposition des Auges kann schwerwiegende Folgen von einer Hornhauttrübung bis zu einer kompletten Zerstörung des Auges haben. Außerdem können brennende Missempfindungen in den Augenlidern sowie Ulzerationen auftreten.

3.6. Atemwege

Das Einatmen verursacht für gewöhnlich Rachenreizungen und Husten. Atemwegsprobleme mit Schmerzen in der Brust, Atemnot und Laryngospasmus können sich rasch entwickeln. Nach inhalativer Exposition mit entsprechenden Symptomen kann sich ein Lungenödem bis zu 24 Stunden verzögert auftreten.

3.7. Hautkontakt

Nach Hautkontakt treten gewöhnlich zunächst Rötungen, Ödeme und Blasenbildung auf. Bei Einwirkung höherer Konzentrationen (>10%) kann es zu einer Weißfärbung der Haut kommen; aufgrund von Kolliquationsnekrosen kann sich unter Blasenbildung ein Exsudat bilden. Bei verzögerter Behandlung können tiefe Gewebeschäden, Sehnenentzündungen, Sehnencheidenentzündungen oder sogar eine Entkalkung der Knochen auftreten.

Klinische Anzeichen oder Symptome können bei Exposition gegenüber niedrigen bis mittleren Konzentrationen (<10%) von Flusssäure oder seinen Dämpfen auch erst verzögert auftreten. Durch die Fluorid-Ionen zurückzuführende Wirkungen werden deshalb eventuell erst verzögert erkannt. Bei dermalen Exposition gegenüber niedrigen Flusssäure-Konzentrationen können Schmerzen in viel größerem Ausmaß auftreten als aufgrund des Untersuchungsbefundes zu erwarten ist. Ausgeprägte Schmerzen können auch bei lediglich geröteter Haut auftreten.

3.8. Magen- Darm

Ein Verschlucken von Flusssäure führt zu starken Verätzungen der Schleimhäute von Rachen, Ösophagus und des Magen-Darm-Traktes. Erbrechen, insbesondere Hämatemesis, ist möglich.

3.9. Andere systemische gesundheitliche Auswirkungen

Metabolische Azidose, Nierenversagen und Störungen in der Blutgerinnung können auftreten.

3.10. Mögliche Folgen

An Haut, Gewebe und Augen können irreversible Verätzungen verursacht werden, z. B. tiefe Nekrosen.

4. Maßnahmen

4.1. Selbstschutz der Helfer

Wenn der Verdacht besteht, dass der Bereich, den der Helfer betreten muss, Flusssäure als Dampf oder Flüssigkeit enthält, müssen ein Umluft-unabhängiges Atemschutzgerät und ein Chemieschutzanzug getragen werden. Kontaminierte Ausrüstung darf nicht benutzt werden.

Ein Patient, dessen Kleidung oder Haut mit Flusssäure benetzt ist, kann andere Personen oder medizinisches Personal durch direkten Kontakt oder durch ausgasende Flusssäure gefährden. Das Freiwerden von hohen Konzentrationen von Flusssäure-Dampf/-Rauch kann zur Aufnahme von Flusssäure auf der Kleidung führen; bei der Reinigung muss entsprechend vorsichtig vorgegangen werden.

4.2. Rettung

Patienten sollten unmittelbar aus dem Gefahrenbereich gerettet werden. Falls sie nicht in der Lage sind selbstständig zu gehen, sollten sie zügig mit geeigneten Mitteln unter Beachtung des Eigenschutzes aus dem Gefahrenbereich verbracht werden. Absoluten Vorrang hat dann das "A, B, C-Schema".

- A) Atemwege freimachen** (auf Blockade durch Zunge oder Fremdkörper achten)
- B) Beatmung** (Atmung des Patienten überprüfen, ggf. Beatmung mit ausreichendem Selbstschutz, z. B. Atemmaske, beginnen)
- C) Circulation** (Beginn der Wiederbelebung bei jeder Person, die nicht auf Ansprache reagiert und keine normale Atmung hat)

„CRASH“-Dekontamination

- Mit Flusssäure kontaminierte, bewusstlose oder bewegungsunfähige Patienten (kritisch erkrankte / verletzte Patienten gemäß ABCDE- Schema) unter Eigenschutz mit dafür geeigneter persönlicher Schutzausrüstung aus dem unmittelbaren Gefahrenbereich retten
- Falls erforderlich Notfallmaßnahmen durchführen („Basic Life Support“; z.B. Blutungskontrolle mittels Tourniquet, Herzdruckmassage etc.)
- An geeigneter Stelle außerhalb des Gefahrenbereichs den kontaminierten Patienten unter Beachtung des Eigenschutzes komplett mittels Notfall-Rettungsmesser entkleiden (Dauer: ca. 1 Minute)
- Duschen/Abstrahlen mit viel Wasser (Dauer: ca. 1 Minute)
- Umlagerung auf sauberes Tragetuch. Auf Wärmeerhalt achten.
- Transport/Übergabe an den Rettungsdienst/Notarzt (Dauer: ca. 1 Minute)

4.3. Reinigung

Wenn möglich, sollten die Patienten bei ihrer eigenen Reinigung mithelfen. Kam es zu einer Einwirkung von flüssiger Flusssäure und ist die Kleidung verunreinigt, muss diese entfernt und sicher eingepackt werden.

Sollten die Augen Flusssäure ausgesetzt gewesen sein oder Augenreizungen vorliegen, muss mit Wasser, neutraler Kochsalzlösung oder falls zeitnah verfügbar mit einer 1%igen Kalziumglukonat-Lösung ausgiebig gespült werden. Vorhandene Kontaktlinsen - soweit ohne zusätzliche Gefahr fürs Auge möglich - sind zu entfernen. Andere wichtige Hilfsmaßnahmen müssen währenddessen fortgesetzt werden.

Betroffenen Haut- und Haarpartien mit Wasser über mindestens 15 Minuten spülen. Andere wichtige Hilfsmaßnahmen sind währenddessen fortzusetzen. Augen während des Spülens schützen.

4.4. Initiale Behandlung (präklinisch oder klinisch)

Augen

Sollten die Augen Flusssäure ausgesetzt gewesen sein oder eine Augenreizungen vorliegen, muss sofort mit klarem Wasser oder neutraler Kochsalzlösung gespült werden. Sollte die Augenspülung durch krampfhaften Lidschluss behindert sein, kann die Anwendung einer Lokalanästhetikum-Lösung (z.B. Lidocain, Oxybuprocain) erwogen werden. Vorhandene Kontaktlinsen - soweit ohne zusätzliche Gefahr fürs Auge möglich - entfernen. Andere wichtige Hilfsmaßnahmen müssen währenddessen fortgesetzt werden.

Bis ein Augenarzt verfügbar ist, kann das Auge (z.B. vorsichtig mit Hilfe einer Spritze) mit einer 1%igen Kalziumglukonat-Lösung gespült werden.

Haut

Betroffene Hautstellen und Haare für mindestens 5 Minuten unter reichlich fließendem Wasser ausgiebig spülen. Spülung so lange fortsetzen, bis 2,5%iges Kalziumglukonat-Gel vorhanden ist. Während der Behandlung die Augen schützen!

Bei großflächigen Verätzungen (>160 cm²; entspricht Fläche von ca. 1-2 Handflächen) und Flusssäurekonzentrationen >20% werden folgende Maßnahmen empfohlen: Subkutane Injektion von 10%iger Kalziumglukonat-Lösung in den betroffenen Bereich und darum herum als primäre ärztliche Behandlung.

Eine dünne Nadel (25-30 G) sollte verwendet und das verätzte Gewebe an mehreren Stellen injiziert werden. Die applizierte Menge sollte dabei 0,5ml/cm² der betroffenen Hautoberfläche nicht übersteigen.

Da das Nachlassen der Schmerzen normalerweise ein guter Indikator einer adäquaten Behandlung ist, sollte eine Lokalanästhesie vermieden werden. Die subkutanen Injektionen mit Kalziumglukonat 10% sollten so lange wiederholt werden, bis die Schmerzen deutlich nachlassen.

*Anmerkung: **KEIN Kalziumchlorid anstelle von Kalziumglukonat zur Injektion verwenden.***

Zur Behandlung von Verätzungen geringeren Ausmaßes bzw. bei niedrigeren Flusssäurekonzentrationen, in die betroffenen Hautstellen Kalziumglukonat-Gel (2,5%) einmassieren. Dabei sollten unbedingt geeignete Handschuhe (z.B. aus Butylkautschuk) getragen werden.

Alle 10 Minuten erneut das Gel auftragen und zwischenzeitlich die Hautpartien mit Wasser spülen. Falls 45 Minuten nach Beginn der Behandlung kein Nachlassen der Schmerzen erreicht wird, wird empfohlen, 10%iges Kalziumglukonat subkutan wie oben beschrieben zu injizieren.

Bei isolierter Einwirkung von Flusssäure auf Finger oder Nägel sollte nach initialer Anwendung von Kalziumglukonat-Gel (siehe oben) die Hand zur weiteren Therapie in einen mit Kalziumglukonat-Gel gefüllten Gummihandschuh eingeführt und die Hand gekühlt werden.

Einatmen

Die folgenden Maßnahmen werden empfohlen, falls nach Inhalation von Flusssäure-Dämpfen Beschwerden oder Symptome seitens der Atemwege (Halsschmerzen, Husten, Atemnot), Flusssäure im Kopf-, Brust- oder Halsbereich eingewirkt hat bzw. systemisch-toxische Wirkungen vorliegen:

- Verneblung von 6ml einer wässrigen Lösung Kalziumglukonat (2,5%) über Maske
- Sauerstoffgabe
- Verabreichung von 8 Sprühstößen Beclometason (800µg Beclometasondipropionat) aus einem Dosieraerosol.

Bei Zeichen einer Verengung der Atemwege (z.B. Bronchospasmus oder Stridor)

- Vernebelung von Adrenalin (Epinephrin): 2mg Adrenalin (2ml) mit 3ml NaCl 0,9% mischen und über eine Verneblermaske inhalieren lassen
- Gabe eines β 2-selektiven Adrenozeptor-Agonisten, z.B. vier Hübe Terbutalin oder Salbutamol oder Fenoterol (ein Hub enthält üblicherweise 0,25mg Terbutalinsulfat; bzw. 0,1mg Salbutamol; bzw. 0,2mg Fenoterol); dies kann einmal nach 10 Minuten wiederholt werden.

Alternativ können 2,5mg Salbutamol und 0,5mg Ipratropiumbromid über eine Verneblermaske verabreicht werden.

Falls eine Inhalation nicht möglich ist, Gabe von Terbutalinsulfat (0,25mg bis 0,5mg) subkutan oder Salbutamol (0,2mg bis 0,4mg über 15 Minuten) intravenös.

Intravenöse Gabe von 250mg Methylprednisolon (oder einer äquivalenten Steroiddosis).

Bei Zeichen eines toxischen Lungenödems (z.B. schaumiger Auswurf, feuchte Rasselgeräusche)

- CPAP-Therapie
- Intravenöse Gabe von 1000mg Methylprednisolon (oder einer äquivalenten Steroiddosis)
Bei (zunehmender) respiratorischer Insuffizienz erweitertes Atemwegsmanagement, z.B. endotracheale Intubation oder ggf. Koniotomie.

Anmerkung: Die Wirksamkeit der Gabe eines Corticosteroids ist bislang nicht in kontrollierten klinischen Studien nachgewiesen worden.

Verschlucken

Im Falle eines Verschluckens auf keinen Fall Erbrechen provozieren.

Erbrochenes kann Flusssäure enthalten und kann daher gefährlich sein. Jede mit Flusssäure kontaminierte Person sollte umgehend 200-300ml Wasser oder falls verfügbar Milch trinken und/oder falls zeitnah verfügbar Magensäure neutralisierende Mittel - z. B. Magnesiumhydroxid, Kalziumcarbonat - als Tablette/Suspension einnehmen.

Falls Zeichen oder Symptome einer Ösophagusreizung oder -verätzung vorliegen, sollte der Patient zeitnah in einem Endoskopie-Zentrum vorgestellt. Eine Endoskopie zur Bestimmung des Ausmaßes der Schädigung (Verdacht auf gastrointestinale Nekrose oder Perforation?) sollte erwogen werden.

Nur wenn eine signifikante Dosis weniger als 60 Minuten vor der endoskopischen Untersuchung des Patienten verschluckt wurde und eine Perforation ausgeschlossen ist, kann innerhalb von 60 Minuten nach Ingestion eine Magenspülung mit Kalziumchlorid (20ml CaCl₂ pro 1000ml Wasser) oder Kalziumglukonat über eine Magensonde erwogen werden.

4.5. Weiteres Vorgehen und Behandlung

Patienten, die einer hohen Flusssäure-Konzentration ausgesetzt waren oder Flusssäure verschluckt haben, sowie Patienten sollten unverzüglich in ein Krankenhaus mit Intensivtherapiemöglichkeiten transportiert werden.

Alle exponierten Patienten mit einer Flusssäure-Exposition der Haut mit einer exponierten Fläche von mehr als 160cm² sollten wie folgt untersucht und behandelt werden:

Systemische Behandlung

Bei schwerwiegender Exposition frühzeitige intravenöse Gabe von Kalzium und Magnesium ohne vorherige Labordiagnostik. Hierbei engmaschige Kontrolle der Vitalparameter und permanentes Monitoring der Kreislauffunktionen und Atmung.

Erwachsene:

1-2g Kalziumglukonat i.v. über 5 Minuten
2-4g Magnesiumsulfat i.v. als Kurzinfusion

Kinder:

25mg/kg Körpergewicht Kalziumglukonat i.v. über 5 Minuten
25-50mg/kg Körpergewicht Magnesiumsulfat i.v. als Kurzinfusion

Neben Anamneseerhebung, körperlicher Untersuchung und Urinanalyse sind Vitalfunktionen, Blutbild, Hämoglobin, Glucose, Elektrolyte, Prothrombin und partielle Thromboplastinzeit (PT und PTT) zu überwachen. Die Durchführung einer arteriellen Blutgasbestimmung wird empfohlen.

Eine kontinuierliche EKG-Überwachung wird ausdrücklich empfohlen, damit rechtzeitig Zeichen einer Elektrolytstörung erkannt werden können (vor allem verlängerte QT-Intervalle als Zeichen von Hypokalzämie oder Hyperkaliämie-induzierten Arrhythmien).

Fluorid-Konzentrationen im Serum (normal <0,1mg/l) können auch auf eine hohe Exposition hinweisen. Hämodialyse mit fluoridfreiem Wasser (und normalen bis niedrigen Kalium- und etwas höheren Kalzium-Konzentrationen) kann in lebensbedrohlichen Fällen erwogen werden.

Inhalation

Das Röntgenbild ist typischerweise bei der Erstvorstellung im Krankenhaus auch nach Einatmen einer größeren Dosis noch unauffällig. Radiologische Zeichen eines Lungenödems können erst mit mehrstündiger Verzögerung nach der Exposition auftreten.

Bei einem Abfall der Sauerstoffsättigung im weiteren Verlauf, sollte umgehend die arteriellen Blutgaskonzentrationen bestimmt werden und eine Verlaufskontrolle des Thorax-Röntgen erfolgen. Bei Zeichen eines Lungenödems sollte eine Sauerstoffgabe über Maske erfolgen. Im Falle einer Befundverschlechterung ist eine Beatmungstherapie mit positivem endexpiratorischem Druck (PEEP) bzw. eine CPAP-Therapie innerhalb der ersten 24 Stunden nach Exposition zu erwägen. Frühe Indikation für eine PEEP-Therapie bzw. CPAP-Therapie ist eine Tachypnoe (>30/min) mit einer gleichzeitigen Abnahme des Kohlendioxidpartialdruckes. Ein unzureichender Anstieg bzw. eine relative Abnahme des Sauerstoffpartialdruckes trotz Hyperventilation weist auf die Entwicklung eines Lungenödems hin. Flüssigkeitsaufnahme und -ausscheidung sowie Elektrolyte sollten engmaschig kontrolliert werden. Eine positive Flüssigkeitsbilanz ist zu vermeiden. Zur Optimierung des Flüssigkeitsmanagements sollte ein invasives Volumenmonitoring und die Anlage eines Zentralvenen-Katheters in Betracht gezogen werden.

Solange Zeichen eines Lungenödems vorliegen, kann eine intravenöse Gabe von 1,0g Methylprednisolon (oder einer äquivalenten Steroiddosis) alle 12 Stunden fortgesetzt werden.

Eine Pneumonie kann als Komplikation eines schweren Lungenödems auftreten. Eine prophylaktische Antibiotikagabe wird nicht routinemäßig befürwortet, kann aber auf der Basis der Ergebnisse von Sputum-Kulturen erogen werden.

Haut

Im Falle von Verätzungen an Händen, Füßen, Fingern oder Zehen, die nicht binnen 45 Minuten auf die oben beschriebene Therapie ansprechen kann als „Ultima Ratio“ eine intraarterielle Kalziumglukonat-Therapie erwogen werden.

Ebenso als „Ultima Ratio“ ist die intravenöse Therapie (nur bei Hand-, Finger-, Zehen- oder Fußverätzungen bei Flusssäurekonzentrationen nicht über 20%) zu bewerten. Dabei sollte ein Katheter am Handrücken oder in einer passenden Vene am betroffenen Bein platziert werden; die oberflächlichen Venen durch Hochlagern der Extremität entleeren. Nach Anlegen eines pneumatischen Tourniquets (über systolischen Blutdruck) über der Ellenbeuge oder am Oberschenkel 10ml einer 10%igen Kalziumglukonat-Lösung mit 40ml Kochsalzlösung infundieren. Nach 20-minütiger Ischämie das Tourniquet lösen.

Bei Hautnekrosen und großflächigen Verätzungen kann eine dermato-chirurgische oder plastische Wundrevision mit Entfernung aller nekrotischen und irreversibel geschädigten Hautareale erfolgen.

4.6. Biomonitoring

Zur Abschätzung der systemisch aufgenommenen Dosis nach Exposition kann ein Biomonitoring mit Bestimmung der Fluorid-Konzentration im Urin durchgeführt werden.

4.7. Entlassung des Patienten / Anweisungen für das weitere Verhalten

Klinisch asymptomatische Patienten, die unauffällige Untersuchungsbefunde und keinerlei Zeichen einer toxischen Wirkung von Flusssäure nach einer angemessenen Nachbeobachtungszeit zeigen, können unter folgenden Umständen entlassen werden:

- Informationen und Empfehlungen für Patienten mit Anweisungen für das weitere Verhalten wurden mündlich und schriftlich erteilt.
- Der Patient wurde über die möglichen Wirkungen und Symptomen nach einer Flusssäure-Exposition ausführlich aufgeklärt und hat diese verstanden.
- Der Arzt hat den Eindruck, dass der Patient die toxischen Wirkungen von Flusssäure kennt bzw. verstanden hat.
- Der weiterbetreuende Arzt ist unterrichtet, so dass ein regelmäßiger Kontakt zwischen Patienten und Arzt in den folgenden 24 Stunden möglich ist.
- Körperliche Anstrengungen meiden und nicht rauchen.
- Alle Patienten, bei denen Haut- oder Augenkontakt mit Flusssäure bestanden hat, sollten spätestens nach 24 Stunden ärztlich nachuntersucht werden.

5. Literaturangaben

Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, Gefahrstoffe: Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganische Fluoride. Heidelberg: Jedermann-Verlag, 2000. (Merkblätter für gefährliche Arbeitsstoffe; M 005, 2/2000, BGI 576, 1-39).

Björnhagen V, Höjer J, Karlson-Stiber C, Selden AI, Sundbom M. Hydrofluoric acid-induced burns and life-threatening systemic poisoning – favorable outcome after hemodialysis. *Journal of Toxicology – Clinical Journal of Toxicology* 2003; 41: 855-860.

Chan BSH, Duggin GG. Survival After a Massive Hydrofluoric Acid Ingestion. *Clinical Toxicology*, 1997; 35: 307-309.

Ellenhorn MJ, Schonwald S, Ordog G, Wasserberger J. *Ellenhorn's Medical Toxicology: Diagnosis and Treatment of Human Poisoning*. 2nd ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1997: 100, 1089-1090.

Hall AH, Blomet J, Mathieu L. Topical treatments for hydrofluoric acid burns: a blind controlled experimental study. *Journal of Toxicology* 2003; 41: 1031-1032.

Höjer J, Personne M, Hulten P, Ludwigs U. Topical treatment for hydrofluoric acid burns –a blind controlled experimental study. *Clinical Toxicology*, 2002; 40: 289-290.

Humbert P, Raspiller MF, Roger F, Leonard C, Jaeger A. Management of fluorohydric acid poisonings. *Clinical Toxicology* 2002; 40: 355.

Kirkpatrick JJR, Enion DS, Burd DAR. *Burns* 1995; 21: 483-493.

Kono K, Watanabe T, Dote T, Usuda K, Nishiura H, Tagawa T, Tominaga M, Higuchi Y, Onnda M. Successful treatments of lung injury and skin burn due to hydrofluoric acid exposure. *Int Arch Occup Environ Health*, 2000; 73 (Suppl): S93-S97.

Leischker AH. Flusssäure-Verätzungen. *Notfallmedizin* 2001; 27: 592-594.

Lin TM, Tsai CC, Lin SD, Lai CS. Continuous Intra-Arterial Infusion Therapy in Hydrofluoric Acid Burns. *JOEM*, 2000; 42: 892-897.

Matsuno K. The treatment of hydrofluoric acid burns. *Occupational Medicine*, 1996; 46: 313-317.

Recommended Medical Treatment for Hydrofluoric Acid Exposure. Allied Signal Inc., New Jersey. December 1998: 1-21. Available at <http://specchem-apps.alliedsignal.com/prodcat/Pdfs/FLO/Other1/hfmedbook.pdf>

Upfal M, Doyle C. Medical Management of Hydrofluoric Acid Exposure. *Journal of Occupational Medicine*, 1990; 32: 726-731.

Foncerrada G et al, Safety of Nebulized Epinephrine in Smoke Inhalation Injury, *J Burn Care Res* 2017;38:396–402

Walker PGF et al, Diagnosis and management of inhalation injury: an updated review, *Critical Care* (2015) 19:351

Olasveengen TM, Semeraro F, et. Al: European Resuscitation Council Guidelines 2021: Basic Life Support. *Resuscitation* 2021, 161: 98-114

BROWNE TD. The Treatment of Hydrofluoric Acid Burns. *Occupational Medicine* 1974;24:80–9. <https://doi.org/10.1093/occmed/24.3.80>.

Greco RJ, Hartford CE, Haith L, Patton ML. Hydrofluoric Acid-induced Hypocalcemia: The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care 1988;28:1593–6. <https://doi.org/10.1097/00005373-198811000-00015>.

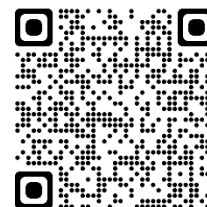
Wu M-L, Deng J-F, Fan J-S. Survival after hypocalcemia, hypomagnesemia, hypokalemia and cardiac arrest following mild hydrofluoric acid burn. Clinical Toxicology 2010;48:953–5. <https://doi.org/10.3109/15563650.2010.533676>.

Tepperman PB. Fatality due to acute systemic fluoride poisoning following a hydrofluoric acid skin burn. J Occup Med 1980;22:691–2. <https://doi.org/10.1097/00043764-198010000-00018>.

Administrative Information

Document Type	Chemical Emergency Medical Guideline
Number of Version	DE.1.0.0
Initial Publication	01.01.2026
Next Revision	2029
Responsible Unit (Author)	ESG/CH ESG/AS
Contact Person	ESG/CH: Dr. M. Conzelmann, T. Schröck ESG/AS: Dr. D. Frambach

BASF SE
Corporate Health Management
Carl-Bosch-Straße 38
67056 Ludwigshafen
Deutschland



In diesem Dokument hat die BASF alle mögliche Sorgfalt aufgewandt, um die Richtigkeit und Aktualität der dargestellten Informationen sicherzustellen, beansprucht aber nicht, dass dieses Dokument umfassend alle diesbezüglich möglichen Situationen erfasst. Dieses Dokument ist als zusätzliche Informationsquelle für Ärzte in Krankenhäusern konzipiert und soll bei der Beurteilung des Zustands und bei der Behandlung von Flusssäure ausgesetzten Patienten Hilfe leisten. Es ersetzt aber nicht die professionelle Beurteilung der jeweiligen Situation durch die Ärzte in Krankenhäusern und muss unter Berücksichtigung gesetzlicher Regelungen und Vorschriften sowie spezifischer, über den jeweiligen Patienten zur Verfügung stehender Informationen interpretiert werden.