
Informationen und Empfehlungen für Notfallsanitäter/Notärzte/Ärzte vor Ort

- **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 in hohem Grade ätzende Chemikalie, die äußerst schmerzhafte 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 zentralen Nervensystems, Herz-Kreislauf- und Nierenversagen sowie Atemstillstand resultieren.**
- **Eine sofortige Reinigung ist die wichtigste Maßnahme: Vor Entfernung der Kleidung die betroffenen Augen, Haut- und Haarpartien mit reichlich Wasser sorgfältig spülen.**
- **Die frühe Verabreichung von Kalzium und/oder Magnesium kann den systemischen Effekten von Flusssäure entgegenwirken. Abhängig von Art und Schwere der Exposition kann Kalziumgluconat als Gel lokal aufgetragen werden, als Lösung zum Spülen verwendet, injiziert (subkutan, intravenös, oder intraarteriell) oder inhaliert werden.**

1. Informationen zur Substanz

Fluorwasserstoff (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 % gasst Fluorwasserstoff aus.

Fluorwasserstoff entsteht auch bei der Hydrolyse verschiedener Fluoride (Cobaltfluorid, Phosphor-pentafluorid, Silizium-Tetrafluorid, Schwefel-tetrafluorid). Flusssäure ist eine 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. Einwirkungswege

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.

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, besteht die Gefahr schwerer systemischer Wirkungen. Auch schon geringe Konzentrationen (< 2 %) können bei andauernder Einwirkung zu schweren Haut- und Augenverätzungen führen.

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 1,5 g Flusssäure beschrieben.

3. Akute gesundheitliche Wirkungen*Lokale Wirkungen*

Der Kontakt mit Flusssäure kann zu sehr schmerzhaften Verätzungen an Augen, Haut und dem Magen-Darm-Trakt führen. Nach Hautkontakt treten gewöhnlich zunächst Rötungen, Ödeme und Blasenbildung auf. Bei Einwirkung höherer Konzentrationen kann es zu einer Weißfärbung der Haut kommen; aufgrund von Kolliquationsnekrosen kann sich unter Blasenbildung ein Exsudat bilden.

Klinische Anzeichen oder Symptome können bei Exposition gegenüber niedrigen bis mittleren Konzentrationen von Flusssäure oder seinen Dämpfen auch erst 8 bis 24 Stunden danach auftreten.

Auf die Fluor-Ionen zurückzuführende Wirkungen werden deshalb eventuell erst verzögert erkannt. Ein Merkmal dermalen Exposition gegenüber niedrigen Flusssäure-Konzentrationen können Schmerzen in viel größerem Ausmaß sein als aufgrund des Untersuchungsbefundes zu erwarten ist. Ausgeprägte Schmerzen bei lediglich geröteter Haut können vorliegen.

Eine Exposition des Auges kann schwerwiegende Folgen von einer Hornhauttrübung bis zu einer kompletten Zerstörung des Auges haben.

Das Einatmen verursacht für gewöhnlich Rachenreizungen und Husten. Atemwegsbeschwerden mit Schmerzen in der Brust, Atemnot und Laryngospasmus können sich rasch entwickeln. **In symptomatischen Patienten kann ein Lungenödem auch noch bis zu 24 Stunden verzögert auftreten.**

Systemische Wirkungen

Durch den Kontakt mit Flusssäure kann es zu einer Reaktion des Fluors mit körpereigenem Kalzium kommen. Ein deutlicher Abfall des Kalziumspiegels und andere Stoffwechselveränderungen mit tödlichem Ausgang können die Folge sein. Insbesondere Herzrhythmusstörungen, Herz- und Nierenversagen können auftreten. Fluorid-Ionen können durch eine direkte toxische Wirkung auf das zentrale Nervensystem zu Koma und Atemstillstand führen.

4. Maßnahmen*Selbstschutz*

Wenn der Verdacht besteht, dass der Bereich, den der Helfer betreten muss, Flusssäure als Dampf oder Flüssigkeit enthält, müssen Atemschutzgeräte und Schutzkleidung getragen werden. Kontaminierte Ausrüstung soll nicht verwendet werden.

Ein Patient, dessen Kleidung oder Haut mit Flusssäure benetzt ist, kann andere Personen oder medizinisches Personal durch direkten Kontakt oder durch Verdampfen von 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.

Rettung

Patienten sollten unmittelbar aus dem Gefahrenbereich entfernt werden. Falls sie nicht in der Lage sind zu gehen, sollten sie mittels einer Trage aus dem Gefahrenbereich gebracht werden.

Absoluten Vorrang hat dann das „**A, B, C-Schema**“ lebensrettender Maßnahmen:

Atemwege freimachen (auf Blockade durch Zunge oder

Fremdkörper achten)

Beatmung (Atmung des Patienten überprüfen, ggf. Beatmung mit ausreichendem Selbstschutz, z. B. Atemmaske, beginnen)

Zirkulation (Puls prüfen, bei fehlendem Puls Herzdruckmassage)

„CRASH“-Dekontamination

- a) 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
- b) Falls erforderlich Notfallmaßnahmen durchführen („Basic Life Support“; z.B. Blutungskontrolle mittels Tourniquet, Herzdruckmassage etc.)
- c) An geeigneter Stelle außerhalb des Gefahrenbereichs den kontaminierten Patienten unter Beachtung des Eigenschutzes komplett mittels Notfall-Rettungsmesser entkleiden (Dauer: ca. 1 Minute)
- d) Duschen/Abstrahlen mit viel Wasser (Dauer: ca. 1 Minute)
- e) Umlagerung auf sauberes Tragetuch. Auf Wärmeerhalt achten. Transport/Übergabe an den Rettungsdienst/Notarzt (Dauer: ca. 1 Minute)

Reinigung

Patienten, die Flusssäure ausgesetzt waren, benötigen sofortige Reinigungsmaßnahmen. Patienten, die in der Lage und willens sind, können die Reinigungsmaßnahmen helfend unterstützen. Sollte die Aufnahme von flüssiger Flusssäure erfolgt und dabei die Kleidung benetzt sein, diese entfernen und zweifach einpacken.

Augen

Sollten die Augen Flusssäure ausgesetzt gewesen sein oder Augenreizungen vorliegen, muss mit klarem Wasser oder neutraler Kochsalzlösung gespült werden. Vorhandene Kontaktlinsen – soweit ohne zusätzliche Gefahr fürs Auge möglich – sind zu entfernen.

Für eine extensive Spülung kann auch der Gebrauch einer Skleral-Linse erwogen werden.

Andere wichtige Hilfsmaßnahmen müssen währenddessen fortgesetzt werden.

Bei Exposition gegenüber mittleren bis hohen Konzentrationen von Flusssäure 1 oder 2 Tropfen anästhesierender Augentropfen (z. B. 0,5 % Tetracainhydrochlorid) in das betroffene Auge träufeln. Bis ein Augenarzt verfügbar ist (maximal aber für 2 Stunden), kann auch das Auge (mit Hilfe einer Spritze) mit einer 1 %igen Kalziumgluconat-Lösung gespült werden.

Bei Exposition gegenüber niedrigen Flusssäure-Konzentrationen ebenfalls (mit Hilfe einer Spritze) mit einer 1 %igen Kalziumgluconat-Lösung spülen, bis die Schmerzen nachlassen bzw. ein Augenarzt verfügbar ist, allerdings nicht länger als 30 Minuten.

Haut

Sicherstellen, dass betroffene Hautstellen und Haare für mindestens 5 Minuten unter reichlich fließendem Wasser gespült wurden; Spülung fortsetzen, bis Kalziumgluconat vorhanden ist. Während der Behandlung Augen schützen!

Bei großflächigen Verätzungen (> 160 cm²) und Flusssäurekonzentrationen > 20 % haben sich folgende Methoden bewährt: Injektion 5- bis 10 %iger Kalziumgluconat-Lösung unter den betroffenen Bereich und darum herum als primäre ärztliche Behandlung.

Eine kleine Nadel (25-30 G) sollte verwendet und das verätzte Gewebe an mehreren Stellen injiziert werden. Die Menge, die zuerst eingespritzt wird, sollte 0,5 ml/cm² der betroffenen Hautoberfläche nicht übersteigen. Da das Nachlassen der Schmerzen normalerweise ein guter Indikator einer adäquaten Behandlung ist, sollte eine Lokalanästhesie vermieden

werden. Injektionen mit Kalziumgluconat sollten so lange wiederholt werden, bis die Schmerzen deutlich nachlassen.

Anmerkung: KEIN Kalziumchlorid anstelle von Kalziumgluconat zur Injektion verwenden.

Zur Behandlung von Verätzungen geringeren Ausmaßes bzw. bei niedrigeren Flusssäurekonzentrationen empfiehlt es sich, in die betroffenen Hautstellen Kalziumgluconat-Gel (2,5 %) einzumassieren. Dabei sollten schützende (z. B. chirurgische) Handschuhe getragen werden.

Alle 15 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,

Kalziumgluconat subkutan wie oben beschrieben zu injizieren.

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

Anmerkung: Wenn Kalziumgluconat nicht vorhanden ist, können eiskühlte 0,13%ige Benzalkonium-Chlorid-Kompressen alternativ verwendet werden.

Einatmen

Wenn Anzeichen von Reizungen der Atmungsorgane auftreten (Halsschmerzen, Husten, Atemnot) und Flusssäure im Kopf-, Brust- oder Halsbereich eingewirkt hat:

Zunächst Verabreichung von 6 ml einer wässrigen Lösung Kalziumgluconat (2,5 %) durch Zerstäuber mit 100 %igem Sauerstoff.

- Sauerstoffgabe
- Verabreichung von 8 Sprühstößen Beclometason (800 µg Beclometasondipropionat) aus einem Dosieraerosol.

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

- a) Vernebelung von Adrenalin (Epinephrin): 2 mg Adrenalin (2 ml) mit 3 ml NaCl 0,9% mischen und über eine Verneblermaske inhalieren lassen
- b) Gabe eines β_2 -selektiven Adrenozeptor-Agonisten, z.B. vier Hübe Terbutalin oder Salbutamol oder Fenoterol (ein Hub enthält üblicherweise 0,25mg Terbutalinsulfat; bzw. 0,1 mg Salbutamol; bzw. 0,2 mg Fenoterol); dies kann einmal nach 10 Minuten wiederholt werden.
Alternativ können 2,5 mg Salbutamol und 0,5 mg Ipratropiumbromid über eine Verneblermaske verabreicht werden.
Falls eine Inhalation nicht möglich ist, Gabe von Terbutalinsulfat (0,25 mg bis 0,5 mg) subkutan oder Salbutamol (0,2 mg bis 0,4 mg über 15 Minuten) intravenös.
- c) Intravenöse Gabe von 250 mg Methylprednisolon (oder einer äquivalenten Steroiddosis)

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

- a) CPAP-Therapie
- b) Intravenöse Gabe von 1000 mg 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 des Verschluckens darf keinesfalls Erbrechen hervorgerufen werden. Dennoch Erbrochenes kann Flusssäure enthalten und kann deshalb ebenso giftig sein. **Jede möglicherweise von einer Einwirkung von Flusssäure betroffene Person sollte umgehend einige Gläser Milch und/oder Magensäure neutralisierende Mittel - z. B. Magnesiumhydroxid, Kalziumcarbonat - als Tablette/Suspension einnehmen.**

Falls möglich, sollte innerhalb von 60 Minuten nach Ingestion eine Magenspülung mit Kalziumchlorid (20 ml CaCl₂ pro 1000 ml Wasser) oder Kalziumgluconat über eine Magensonde durchgeführt werden. Der Nutzen der Spülung überwiegt normalerweise gegenüber der Gefahr einer Perforation.

Systemische Behandlung

Bei schwerwiegender Exposition frühzeitige intravenöse Gabe von Calcium und Magnesium ohne vorherige Labordiagnostik. Hierbei engmaschige Kontrolle der Vitalparameter und permanente EKG-Überwachung.

Erwachsene:

1-2 g Calciumgluconat i.v. über 5 Minuten

2-4 g Magnesiumsulfat i.v. als Kurzinfusion

Kinder:

25 mg/kg Körpergewicht Calciumgluconat i.v. über 5 Minuten

25-50 mg/kg Körpergewicht Magnesiumsulfat i.v. als Kurzinfusion

Entlassung des Patienten / Anweisungen für das weitere Verhalten

Alle Patienten sollten zur weiteren Behandlung ins Krankenhaus gebracht werden. Es sollte bei allen ernstlich Exponierten ein intravenöser Zugang gelegt werden.

Die Patienten sollten hinsichtlich möglicher Herz-, Nieren-, Magen-Darm-, Lungen- und ZNS-Störungen überwacht werden.

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 Notfallsanitäter, Notärzte und Ärzte vor Ort 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 Notfallsanitäter, Notärzte und Ärzte vor Ort und muss unter Berücksichtigung gesetzlicher Regelungen und Vorschriften sowie spezifischer, über den jeweiligen Patienten zur Verfügung stehender Informationen interpretiert werden.

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

BASF Corporation
Medical Department
100 Campus Drive, M/S F 221
Florham Park, NJ 07932
USA