

Vergiftungen durch Flusssäure

Stand März 2018

Ch. Rauber, C. Degrandi, C. Reichert, H. Kupferschmidt

Einleitung

Bezeichnung: Fluorwasserstoff (HF, gasförmig); die wässrige Lösung wird als Flusssäure (Fluorwasserstoffsäure) bezeichnet.

Eigenschaften: Chem. HF. Stechend riechende, stark ätzende und sehr giftige farblose Flüssigkeit. Löst die meisten Metalle (ausser Silber, Gold, Blei) sowie auch Quarz, Glas und andere Silikate (wird daher in Kunststoffbehältern aufbewahrt). $pK_a = 3.2$. Flusssäure >1% ist als giftig und ätzend gekennzeichnet (gem. ChemV).

Verwendung: Ätzen von Glas u. Metallen, zum Entsanden von Metallgussstücken u. in der Galvanotechnik. Ferner als Hilfsmittel beim Löten und Schweißen, beim Ledergerben, als Rostfleckenentferner und als Ausgangsmaterial für die Herstellung von Fluoriden.

Symptome: Zwei toxische Mechanismen: 1) Ätzwirkung; 2) Toxizität Fluorid. Letztere steht im Vordergrund. Wirkungseintritt je nach Konzentration: <20% bis nach 24h möglich, 20-50% nach 1-8h, >50% sofort.

Haut: Leitsymptom ist starker, anhaltender Schmerz (auch ohne Verätzung). Weitere Symptome: Rötung, Blasenbildung, Nekrose. Grossflächige Verätzungen bei selbst geringer Konzentration, aber auch kleinflächige Verätzungen mit konzentrierter Flusssäure können schwere systemische Vergiftungserscheinungen hervorrufen: Azidose, Hypokalzämie, Hypomagnesiämie, Hyperkaliämie, EKG-Veränderungen, kardiale Arrhythmien, Gerinnungsstörungen, Schock.

Oral: Schleimhautreizung oder -verätzung im oberen Gastrointestinaltrakt, Erbrechen. Neben der schweren Verätzungsgefahr sind hier resorptive Symptome zu erwarten (s.o.).

Inhalation: Reizende bis ätzende Wirkung auf die oberen Luftwege, Lungenödem. Systemische Wirkungen (s.o.) durch pulmonale Resorption.

Auge: Ätzende Wirkung: Konjunktivitis, Cornea-Läsionen, Nekrose.

Faktoren für schweren Verlauf: orale oder inhalative Exposition, Konzentration >20%, grossflächige Kontamination, rascher Schmerz (innert Minuten). Eine inhalative Exposition ist wahrscheinlich, wenn das betroffene Hautareal >5%, die Kleider kontaminiert, die Konzentration >50%, oder Kopf und Hals betroffen sind.



A. Erste Hilfe

1. Nach Einatmen von gasförmigem Fluorwasserstoff oder Flusssäuredämpfen

- Den Verunglückten an die **frische Luft** bringen.
- Bei Atemstillstand künstliche Beatmung (mit Atembeutel oder Mund-zu-Mund).
- Bei Herzstillstand äussere Herzmassage.

2. Nach Verschlucken von Flusssäure

- Sofern der Patient wach ist, 200ml calcium- oder magnesiumhaltige Flüssigkeit verabreichen (z.B. Milch, aufgelöste Calcium- oder Magnesiumpräparate); notfalls geht auch Wasser.
- Bei Atemstillstand künstliche Beatmung (mit Atembeutel oder Mund-zu-Mund).
- Bei Herzstillstand äussere Herzmassage.

3. Nach Hautkontakt mit Flusssäure

- Verunreinigte Kleider entfernen. Betroffene Hautstellen sofort reichlich und anhaltend mit Wasser spülen. Achtung: Schutz der Helfer.
- Calciumgluconat-Hydrogel auftragen (etwa 5mm dicke Schicht, nach einigen Minuten abwaschen und erneut auftragen, belassen.).
- Bei Atemstillstand künstliche Beatmung (mit Atembeutel oder Mund-zu-Mund).
- Bei Herzstillstand äussere Herzmassage.

4. Nach Augenkontakt mit Flusssäure

- Sofortiges, ausgiebiges Spülen mit lauwarmem Wasser (am besten unter dem Wasserhahn) für mindestens 10 Minuten.

B. Ärztliche Hilfe

1. Sicherung der Vitalfunktionen

Ev. Intubation und Beatmung.

Venöser Zugang.

2. Weiterführung der Dekontamination im Spital

Nach Flusssäureeinnahme Absaugen des Mageninhaltes mit einer flexiblen Magensonde. Anschliessend Instillieren von 200ml 5% Calciumgluconatlösung (10% Calciumgluconat 1:1 verdünnt).

3. Ausschluss systemischer Wirkungen

Klinische Zeichen der Hypokalzämie (und Hypomagnesiämie), Serumelektrolyte (Ca, Mg, K), ABGA, EKG.

4. Massnahmen bei systemischer Toxizität

- Elektrolytkorrektur nach Serumspiegeln. Oft sind sehr hohe Dosen Calcium notwendig (ca. 1g Calcium pro g systemisch verfügbarem Fluorid).
- in schweren Fällen Calcium und Magnesium **ohne vorherige Diagnostik** (lebensrettend!):
Calcium:
 - Erwachsene: 2g Calciumgluconat 10% i.v. über 5 Minuten (2g = 20ml Calciumgluconat 10%)
 - Kinder: 30mg/kg Calciumgluconat 10% i.v. über 5 Minuten (30mg = 0.3ml Calciumgluconat 10%)



Magnesium:

- Erwachsene: 4g Magnesiumsulfat 20% i.v. (4g = 20ml Magnesiumsulfat 20%)
- Kinder: 25-50mg/kg Magnesiumsulfat 20% i.v. (50mg = 0.25ml Magnesiumsulfat 20%)

Achtung: Verschiedene Calciumlösungen enthalten unterschiedliche Mengen Calcium:

Calciumgluconat monohydrat:	10%	= 0.22 mmol/ml	Ca-gluconat wasserfrei:	10%	= 0.23 mmol/ml
Calciumglubionat monohydrat:	13.75%	= 0.22 mmol/ml	Ca-glubionat wasserfrei:	13.75%	= 0.23 mmol/ml
Calciumchlorid dihydrat:	10%	= 0.68 mmol/ml	Ca-chlorid wasserfrei:	10%	= 0.90 mmol/ml

- engmaschige Überwachung von Serumelektrolyten und EKG.
- bei metabolischer Azidose / Hyperkaliämie: Natriumbikarbonat i.v.
- Kontrolle der Nierenfunktion (Ausscheidung, Serumkreatinin); bei Niereninsuffizienz Hämodialyse.

5. Lokale Massnahmen bei dermalen Exposition

Bei Schmerzen lokale Infiltration mit 10% Calciumgluconatlösung (bis 0.5ml pro cm² Hautareal). Bei Persistenz der Schmerzen wiederholen.

Sind Akren betroffen, ist bei persistierenden Schmerzen eine intraarterielle Therapie zu erwägen. *Dosierung:* 10 ml der 10% Lösung in 40 ml NaCl 0.9% über 4 Std. Alternative Möglichkeit: intravenöse Regionalperfusion von Calciumgluconat 5ml der 10% Lösung in 20ml NaCl 0.9%.

6. Lokale Massnahmen bei Augenkontakt

Ausgiebiges Spülen mit Wasser oder isotoner Lösung.

Danach 2-3-malige Verabreichung von einigen Tropfen 1%-iger Calciumgluconat alle 2-3h.

Ophthalmologisches Konsilium.

Bemerkungen zur Verabreichung von Calciumtropfen:

Das Spülen mit 1%-iger Calciumlösung, sowie die Verabreichung von einigen Tropfen der Lösung alle 2-3h wird in der Literatur kontrovers beurteilt. In einzelnen Fallberichten wurden damit gute Erfolge erzielt (12,13). Eine Studie an Kaninchenaugen (14) zeigte keine signifikanten Unterschiede in der Heilung nach 2 Wochen. Korneale Erosionen in den ersten 2 Tagen waren in der Gruppe, die Calciumtropfen erhielt, kleiner. Eine zusätzliche Schädigung durch 1% Calciumlösung scheint nicht aufzutreten. Aufgrund dieser Befunde würden wir die 2-3-malige Verabreichung von 1%-igen Calciumtropfen empfehlen.

7. Massnahmen bei inhalativer Exposition

Bei Reizsymptomen: Inhalation von vernebelter 2.5-5%-iger Calciumgluconatlösung (Verdünnung ca. 1:3). Bei Bronchospasmus zusätzlich Beta-Agonisten, Sauerstoff.

Bezugsadresse:

Zusammensetzung Notfallset und Bezug Calciumgluconat-Hydrogel siehe www.antidota.ch.



Literatur

1. **Rogowski** R.M. et al. Efficacy of calcium gluconate gel in the initial treatment of dermal exposures to hydrofluoric acid [abstract]. *Vet Hum Toxicol* 1991; 33: 4.
2. **Rao** RB, Hoffman RS: Caustics and batteries. In: Goldfrank LR et al. (eds.): *Goldfrank's Toxicologic Emergencies*. 6th ed. Appleton & Lange, Stamford 1998. p. 1399-1420.
3. **Olson** KE (ed.): *Poisoning and drug overdose*. Appleton & Lange, Stamford 1999.
4. **Barsky** C, Landes F: Hydrogen fluoride. In: Vicellio P (ed.): *Emergency Toxicology*. 2nd ed. Lippincott Raven, Philadelphia 1998. p. 325-33.
6. **Henry** JA, Hla KK. Intravenous regional calcium gluconate perfusion for hydrofluoric acid burns. *J Toxicol Clin Toxicol* 1992; 30, 203-208
7. **Matsuno** K. The Treatment of hydrofluoric acid burns, *Occup Med* 1996; 46: 313-7.
8. **Bertolini** J.C.: Hydrofluoric acid: A review of Toxicity. *J Emerg Med* 1992; 10: 163-8.
9. **Budavari** S, et al. (eds.). The **Merck** Index. An encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals. 13th ed. Whitehouse Station, NJ, 2001.
10. **Clayton** GD, Clayton FE. **Patty's** Industrial Hygiene and Toxicology. Vol. II, parts A-F, 4th ed. John Wiley & Sons Inc., New York 1991.
11. **Falbe** J, Regitz M. *Römpf-Chemie-Lexikon*. 10th ed. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 1996-99.
12. **Trevino** MA et al. Treatment of severe hydrofluoric acid exposures. *J Occup Med*. 1983 25:861-3
13. **Bentur** Y et al. The role of calcium gluconate in the treatment of hydrofluoric acid eye burn. *Ann Emerg Med* 1993;22(9):1488-90.
14. **Beiran** I et al. The efficacy of calcium gluconate in ocular hydrofluoric acid burns. *Hum Exp Toxicol*. 1997;16:223-8.