

Informationen und Empfehlungen für
Ärzte in Krankenhäusern

- Eine Gefahr durch Kontakt mit Patienten, die nur gegenüber Formaldehydgas oder -dämpfen exponiert waren, besteht nicht. Ein Patient, der selbst oder dessen Kleidung mit flüssigem Formaldehyd benetzt ist, kann andere Personen durch direkten Kontakt oder durch ausgasendes oder abdampfendes Formaldehyd gefährden.
- Formaldehyd wirkt reizend auf die Haut, die Augen und die oberen Atemwege und führt zu Augenreizungen, Husten, Schmerzen in der Brust und Atembeschwerden. Bronchospasmus und Zeichen eines Lungenödems (Atemnot, Zyanose, Auswurf und Husten) können auftreten. Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich.
- Ein spezifisches Antidot ist nicht bekannt. Die Behandlung richtet sich nach dem Ausmaß der Exposition und der Beschwerden.

1. Informationen zur Substanz

Formaldehyd (HCHO), CAS 50-00-0
Synonyme: Formalin, Ameisenaldehyd, Methanal, Methylenoxid
Formaldehyd ist bei Raumtemperatur ein fast farbloses Gas mit einem scharfen oder stechenden Geruch. Die Dämpfe sind brennbar und explosionsfähig. Da das reine Gas zur Polymerisation neigt, wird es üblicherweise als 30-50 %-ige wässrige Lösung mit bis zu 15 % Methanol als Stabilisator in den Verkehr gebracht.
Formaldehyd ist ein bedeutender Ausgangsstoff bei der Herstellung von Kunststoffen, Harzen, Harnstoff-Formaldehyd-Isolierschäumen. Formaldehydhaltige Harze finden in Baumaterialien (Spanplatten) Verwendung und werden in der Papierherstellung und bei der Produktion von Bodenbelägen, Farben und Möbeln eingesetzt.

2. Exposition

Einatmen

Die Exposition gegenüber Formaldehyd erfolgt im Wesentlichen durch Einatmen und lokale Einwirkung. Der Geruch und der Reizeffekt von Formaldehyd hat eine deutliche Warnwirkung. Die chronische Einwirkung niedriger Konzentrationen kann aber zum Abstumpfen der Geruchswahrnehmung und der Reizeffekte führen. Da Formaldehyd schwerer als Luft ist, besteht in schlecht gelüfteten, tief-liegenden oder geschlossenen Räumen Erstickungsgefahr.

Haut-/Augenkontakt

Die Einwirkung von Formaldehyddämpfen oder wässrigen Lösungen auf Haut und Augen kann zu Reizungen und Verätzungen führen.

Verschlucken

Ein Verschlucken von Formaldehydlösungen kann zu schweren Verätzungen von Speiseröhre und Magen führen. Übelkeit, Erbrechen, Durchfall und Magenschmerzen können auftreten.

3. Akute gesundheitliche Wirkungen

Formaldehyd führt zu Reizungen der Augen und der oberen Atemwege (Rachenreizungen, Husten). Bei hohen Konzentrationen kann es schnell zu Atembeschwerden mit Schmerzen in der Brust, Atemnot, Laryngospasmen und Lungenödem kommen. Die Beschwerden können mit der Zeit zunehmen. Bei massiver Einwirkung kann es zu Atem- und Herz-Kreislauf-Stillstand kommen.

Hautkontakt

Hohe Konzentrationen oder wässrige Lösungen können brennende Schmerzen, Rötung, Entzündung, Blasenbildung und Verätzungen der Haut und Schleimhäute verursachen.

Augenkontakt

Niedrige Konzentrationen können zu Augenreizungen mit Brennen, Rötung, Tränenfluss und Lidschluss führen. Kontakt mit flüssigem

Formaldehyd und hohe Konzentrationen kann zu Verätzungen und Hornhauttrübungen führen.

Dosis-Wirkungs-Beziehungen

Die Dosis-Wirkungs-Beziehungen sind wie folgt:

<u>Formaldehydkonzentration</u>	<u>Effekt</u>
0,05-1,0 ppm	- Geruchswahrnehmung (Toleranzentwicklung)
0,5-3 ppm	- Schwache Reizung der Augen und der oberen Atemwege
3-10 ppm	- Mäßige Reizung der Augen und der oberen Atemwege
5-30 ppm	- Schmerzen in der Brust, Atembeschwerden, Husten, Übelkeit und Erbrechen
50-100 ppm	- Toxische Lungenentzündung und Lungenödem
>100 ppm	- Tödlich
<u>wässrige Lösungen</u> <u>(Menge verschluckt)</u>	
20-200 mg	- leichte Magen- und Rachenbeschwerden
600-2000 mg	- Rachenreizung, Erbrechen, Zyanose, Herzrhythmusstörungen
5000-10000 mg	- starke Schmerzen, Geschwürbildung, Glottisödem, Asphyxie, Tod

Mögliche Folgen

Wenn der Patient die ersten 48 Stunden nach der Exposition überlebt hat, ist eine weitere Besserung der Symptomatik zu erwarten. Nach der akuten Einwirkung normalisiert sich die Lungenfunktion gewöhnlich in 7 bis 14 Tagen. Üblicherweise kommt es zu einer vollständigen Wiederherstellung. Eine erhöhte Sensitivität gegenüber reizenden Stoffen kann persistieren und Bronchospasmen oder eine chronische Bronchitis hervorrufen. Ein solches "reactive airways dysfunction syndrome" besteht eventuell über mehrere Jahre fort. Eine Zerstörung von Lungengewebe oder Narbenbildung kann zu einer chronischen Dilatation von Bronchien und zu einer erhöhten Suszeptibilität gegenüber Infektionen führen. Sensibilisierungen durch Hautkontakt möglich. Nach Verschlucken kann es zu Dysphagien und Stenosen der Speiseröhre und des Magens kommen.

4. Maßnahmen

Selbstschutz

Eine Gefahr durch Kontakt mit Patienten, die nur gegenüber Formaldehydgas oder -dämpfen exponiert waren, besteht nicht. Ein Patient, der selbst oder dessen Kleidung mit flüssigem Formaldehyd in Berührung kam, kann andere Personen durch direkten Kontakt oder durch ausgasendes oder abdampfendes Formaldehyd gefährden.

Reinigung

Patienten, die nur gegenüber Formaldehydgas oder -dämpfen exponiert waren und keine Zeichen einer Haut- oder Augenreizung aufweisen, benötigen im Unterschied zu allen anderen keine speziellen Reinigungsmaßnahmen.

Wenn möglich, sollten die Patienten bei ihrer eigenen Reinigung mithelfen. Kam es zu einer Einwirkung von flüssigem Formaldehyd und ist die Kleidung verunreinigt, muss sie entfernt und zweifach eingepackt werden.

Sicherstellen, dass betroffene Haut- und Haarpartien mit Wasser über mindestens 15 Minuten gespült wurden. Andere wichtige Hilfsmaßnahmen währenddessen fortsetzen. Augen während des Spülens schützen.

Sicherstellen, dass die Augen im Falle einer Formaldehydexposition mit Wasser oder neutraler Kochsalzlösung über mindestens 15 Minuten gespült wurden. Vorhandene Kontaktlinsen - soweit ohne zusätzliche Gefahr fürs Auge möglich - entfernen. Andere wichtige Hilfsmaßnahmen währenddessen fortsetzen.

Initiale Behandlung

Empirische Therapie; kein spezifisches Antidot verfügbar.

Die folgenden Maßnahmen werden empfohlen, falls die Formaldehydgaskonzentration 3-10 ppm oder mehr beträgt

(abhängig von der Dauer der Einwirkung), Symptome vorhanden sind (z.B. Reizungen der Augen oder der oberen Atemwege) oder falls keine Konzentration abgeschätzt werden kann, aber eine Exposition wahrscheinlich erfolgt ist:

- 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.

Durch Hautkontakt mit Formaldehyd können schwere Schädigungen hervorgerufen werden; diese sind wie Verbrennungen zu behandeln: adäquate Flüssigkeitsgabe, analgetische Therapie, Aufrechterhaltung der Körpertemperatur, Abdeckung des betroffenen Hautareals mit einer sterilen Auflage.

Die Exposition der Augen kann ebenfalls zu schweren Schädigungen führen; auch diese sind wie Verbrennungen zu behandeln. Unverzüglich einen Augenarzt konsultieren.

Anmerkung: Jede Exposition gegenüber flüssigem Formaldehyd im Gesichtsbereich kann ernste Folgen haben.

Nach Verschlucken von Formaldehydlösungen **kein Erbrechen herbeiführen. Bei Anzeichen von Speiseröhrenreizungen oder -verätzungen kann eine endoskopische Untersuchung zur Abschätzung des Ausmaßes der Schädigung vorgenommen werden; in schweren Fällen mit Verdacht auf gastrointestinale Nekrosen oder Perforationen sollte eine chirurgische Intervention in Betracht gezogen werden.**

Nur wenn große Mengen nicht länger als vor 30 Minuten verschluckt wurden und eine Perforation ausgeschlossen werden kann, kann eine Magenspülung mit einer kleinlumigen Sonde versucht werden.

Neben Anamnese, körperlicher Untersuchung und Vitalfunktionen sollten Pulsoximetrie, eine p.a. Thoraxröntgenaufnahme und eine Spirometrie durchgeführt werden.

Radiologisch eindeutige Zeichen eines Lungenödems - Vergrößerung der Hili, typische, zentral betonte, fleckförmige Verschattungen im Thoraxröntgenbild - **sind späte Zeichen, die erst 6 bis 8 Stunden oder noch später nach einer Exposition erkennbar sind. Das Röntgenbild ist typischerweise bei der Erstvorstellung im Krankenhaus auch nach Einatmen einer größeren Dosis normal. Patienten mit möglicher Exposition sollten über ein Minimum von 24 Stunden beobachtet und wiederholt nachuntersucht werden, bevor gesundheitliche Folgeschäden ausgeschlossen werden können.**

Wenn die Sauerstoffsättigung unter 90 % fällt oder zu fallen droht, sind unverzüglich die arteriellen Blutgaskonzentrationen zu überprüfen und das Thoraxröntgen zu wiederholen.

Wenn die Blutgaskonzentrationen sich zu verschlechtern beginnen und/ oder die Thoraxröntgenaufnahme Zeichen eines toxischen Lungenödems zeigt, sollte Sauerstoff über eine Maske appliziert werden. Bei sich manifestierender Verschlechterung (insbesondere bei Tachypnoe (>30/min) und gleichzeitiger Abnahme des Kohlendioxidpartialdrucks) ist eine CPAP-Therapie innerhalb der ersten 24 Stunden nach Exposition zu beginnen.

Im Falle der Entwicklung eines Lungenödems sollten Flüssigkeitsaufnahme und -ausscheidung sowie Elektrolyte engmaschig kontrolliert werden. Eine positive Flüssigkeitsbilanz ist zu vermeiden. Zur Optimierung des Flüssigkeitsmanagements ist das Legen eines Zentralvenen- oder Swan-Ganz-Katheters in Betracht zu ziehen.

Solange Anzeichen eines Lungenödems persistieren, sollte die intravenöse Gabe von Methylprednisolon (oder eines äquivalenten Steroids) in Intervallen von 8 bis 12 Stunden fortgesetzt werden.

Eine prophylaktische Antibiotikagabe wird nicht routinemäßig befürwortet, kann aber auf der Basis der Ergebnisse von Sputumkulturen indiziert sein. Eine Pneumonie kann als Komplikation eines schweren Lungenödems auftreten.

Klinisch asymptomatische Patienten, die einer Konzentration von **weniger als 3 ppm** (abhängig von der Einwirkungsdauer) ausgesetzt waren, und Patienten, die unauffällige klinische Untersuchungsbefunde und keinerlei Zeichen einer toxischen Wirkung nach angemessener Nachbeobachtungszeit zeigen, können unter folgenden Umständen aus dem Krankenhaus entlassen werden:

- a) Der behandelnde Arzt ist erfahren in der Beurteilung von Patienten mit Formaldehyd- oder Reizgasexposition.
- b) Informationen und Empfehlungen für Patienten mit Anweisungen für das weitere Verhalten wurden mündlich und schriftlich erteilt. Der Patient wurde aufgefordert, sich sofort in ärztliche Behandlung zu begeben, falls gesundheitliche Beschwerden auftreten.
- c) Der Arzt ist der Ansicht, dass der Patient die toxischen Wirkungen von Formaldehyd kennt bzw. verstanden hat.
- d) Der weiterbehandelnde Arzt ist unterrichtet, so dass ein regelmäßiger Kontakt zwischen Patient und Arzt in den folgenden 24 Std. möglich ist.
- e) Schwere körperliche Arbeit sollte in den folgenden 24 Stunden nicht erfolgen.
- f) Mindestens 72 Stunden nicht rauchen und Zigarettenrauch meiden; der Rauch kann die Lungenfunktion verschlechtern.

Patienten mit ernsten Haut- oder Augenverletzungen sollten nach 24 Stunden erneut untersucht werden.
Spirometrische Nachuntersuchungen sollten bis zur Rückkehr zu den Ausgangswerten durchgeführt 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 Ärzte im Krankenhaus konzipiert und soll bei der Beurteilung des Zustands und bei der Behandlung von Formaldehyd ausgesetzten Patienten Hilfe leisten. Es ersetzt aber nicht die professionelle Beurteilung der jeweiligen Situation durch die Ärzte im Krankenhaus 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