

塩化水素（無水塩酸、液化塩化水素、無水塩化水素ガス）

関係者等からの情報収集及びガス検知器、酸欠空気危険性ガス測定器等により、毒・劇物等の物質の特定と危険特性に対応した措置をとる。

消防警戒区域を早期に設定し、人体許容濃度を超える区域には、毒・劇物危険区域を設定する。

毒・劇物危険区域内は密閉型完全防護（毒・劇物防護服、空気呼吸器等）にて活動する。

検知機器：酸素濃度計、酸欠空気危険性ガス測定器、ガス検知管（塩化水素用）

大量の毒性物質の漏えい、拡散については、風向、地形、地物の状況に十分配慮する。

警戒区域及び危険区域から住民等を避難させる。

iii)（毒劇物基準関係通知集：毒物劇物関係法令研究会監修）

塩酸

風下の人を退避させる。必要があれば水で濡らした手ぬぐい等で口及び鼻を覆う。漏えいした場所の周辺にはロープを張るなどして人の立入りを禁止する。

作業の際には必ず保護具を着用する。風下で作業をしない。

保護具：保護手袋、保護長ぐつ、保護衣、保護眼鏡、酸性ガス用防毒マスク

2)漏洩時の除染

i) (HSDB)

無水塩化水素、液化塩化水素

漏出・漏洩：火災のない漏出・漏洩に対しては密閉型完全防護を着用する。

漏出した物質に触れたり、周囲を歩かない。操作に危険性がなければ漏出を止める。可能ならば、液体よりもガスが逃げるように漏洩のある容器栓をひねる。

水路、下水、地下室、密閉空間に流入するのを防ぐ。漏出・漏洩場所に直接散水しない。蒸気を減少させるために水噴射器を用いる。流出した水が漏洩物質に接触するのを回避する。ガスが拡散するまでその場を隔離する。

塩酸、塩酸溶液

漏出・漏洩：火気厳禁とする。取り扱い時に用いられる全ての装置は接地されなければならない。適切な保護衣を着用しない限り破損した容器や漏出物質に触れない。操作に危険がなければ漏出を止める。容器内に水を入れない。蒸気を減少させるために水噴射器を用いる。流出した水が漏洩物質に接触するのを回避する。水路、下水、地下室、密閉空間に流入するのを防ぐ。小規模の流出では、乾燥した土、乾燥砂、または他の不燃性物質で覆い、拡散や雨への接触を最小限にするためにプラスチックシートで覆う。後の処理のため、物質を集めてゆるく覆ったプラスチック容器に置くため、汚れのない防爆用工具を使用する。

ii)（消防活動マニュアル：自治省消防庁危険物規制課監修）

塩化水素（無水塩酸、液化塩化水素、無水塩化水素ガス）

- ・遠方から噴霧注水を行い、排水は土砂等で安全な場所に導く。
- ・容器に回収する。
- ・石灰乳（多量の水酸化カルシウム（消石灰））などの溶液で中和し、多量の水で十分希釈して処理する。

iii)（毒劇物基準関係通知集：毒物劇物関係法令研究会監修）

塩酸

- (少量) 漏えいした液は土砂等に吸着させて取り除くか、又はある程度水で徐々に希釈した後、水酸化カルシウム(消石灰)、ソーダ灰(炭酸ナトリウム)等で中和し、多量の水を用いて洗い流す。
- (多量) 漏えいした液は土砂等でその流れを止め、これに吸着させるか、又は安全な場所に導いて遠くから徐々に注水してある程度希釈した後、消石灰、ソーダ灰等で中和し多量の水を用いて洗い流す。発生するガスは霧状の水をかけ吸収させる。

火災時

i) (HSDB)

無水塩化水素、液化塩化水素

- ・小規模火災：粉末消火剤、二酸化炭素消火剤
- ・大規模火災：水噴霧、霧、泡消火剤

危険がなければ火災場所から容器を運び出す。容器内に水を入れない。破損した容器は専門家のみが取り扱わなくてはならない。タンクが火災に巻き込まれている場合：出来る限り遠方から消火するか、無人のホースホルダーを使うかモニターノズルを使う。完全になくなるまで多量の水で容器を冷却する。漏出物質や安全装置に直接散水しない；凍結が起こる。安全装置の口から異常音がしてきた場合や、タンクが変色した場合は直ちに避難する。タンクから常に一定の距離を保つ。

塩酸、塩酸溶液

- ・小規模火災：粉末消火剤、二酸化炭素消火剤、乾燥砂、水の噴霧、水溶性液体用泡消火剤
- ・大規模火災：水噴霧、霧、水溶性液体用泡消火剤

危険がなければ火災場所から容器を運び出す。後の処理のための火災を防御して水を制御する：物質を撒き散らさない。タンク、列車、タンクローリーが火災に巻き込まれている場合：出来る限り遠方から消火するか、無人のホースホルダーを使うかモニターノズルを使う。容器内に水を入れない。火が完全になくなるまで多量の水で容器を冷却する。安全装置の口から異常音がしてきた場合や、タンクが変色した場合は直ちに避難する。タンクから常に一定の距離を保つ。

ii) (消防活動マニュアル：自治省消防庁危険物規制課監修)

塩化水素(無水塩酸、液化塩化水素、無水塩化水素ガス)

周辺火災の場合：容器を安全な場所に移動する。

移動不可能な場合は、容器を破損しないように注水し、冷却する。

iii) (毒劇物基準関係通知集：毒物劇物関係法令研究会監修)

塩酸

周辺火災の場合：速やかに容器を安全な場所に移す。移動不可能の場合は、容器及び周囲に散水して冷却する。

3) 廃棄法

i) (消防活動マニュアル：自治省消防庁危険物規制課監修)

塩化水素(無水塩酸、液化塩化水素、無水塩化水素ガス)

濃厚な排液を河川等に排出しない。

ii) (毒劇物基準関係通知集：毒物劇物関係法令研究会監修)

塩化水素及びこれを含む製剤

徐々に石灰乳（多量の水酸化カルシウム（消石灰））などの攪拌溶液に加え中和させた後、多量の水で希釈して処理する。

[参考資料]

- 1) HYDROGEN CHLORIDE. Klasco RK (Ed): POISINDEX (R) System. Thomson Micromedex, Greenwood Village (Vol. 134 [expires 12/2007])
- 2) ACIDS. Klasco RK (Ed): POISINDEX (R) System. Thomson Micromedex, Greenwood Village (Vol. 134 [expires 12/2007])
- 3) CHLORIDE. Klasco RK (Ed): POISINDEX (R) System. Thomson Micromedex, Greenwood Village (Vol. 134 [expires 12/2007])
- 4) Hydrochloric acid: RTECS, TOMES Plus (R). MICROMEDEX, Inc., Colorado, Vol. 74, 2007.
- 5) HYDROCHLORIC ACID. Hazardous Substance Data Bank, VOL. 74, 2007.
- 6) Hydrochloric Acid: The Chemical Database .The Department of Chemistry University of Akron, 2005
- 7) 毒物劇物関係法令研究所監修, 毒劇物基準関係通知集(第10版). 薬務広報社, 東京, 2007. pp24, 370.
- 8) 危険物保安技術研究会編著, 消防活動マニュアル. 東京法令出版(株), 東京, 1997. pp68-69.
- 9) 14705の化学商品. 化学工業日報社, 東京, 2005. pp298-299.
- 10) 厚生労働省安全衛生部監修: 化学物質の危険・有害便覧. 三秀舎, 1998, pp154-155.
- 11) 塩化水素; 国際化学物質安全性カード, 国立医薬品食品衛生研究所, 2000.
- 12) Alan L. Weiner. Marc J. Bayer: inhalation Gases with Immediate Toxicity Clifton JC II: Acid Ingestion. In: Ford MD, Delaney KA, Ling LJ, et al. eds. Clinical Toxicology. Saunders. 2001, pp679-682. 1009-1018.
Clifton JC II (武居裕子訳): 酸の経口摂取, 内藤裕史, 横手規子監訳. 化学物質毒性ハンドブック 臨床編 II, 丸善, 2003, pp800-803. 1187-1196.
- 13) Bryson PD: Acids. In: Comprehensive Review in Toxicology for Emergency Clinicians. 3rd ed. Taylor & Francis, 1996, pp283-288.
- 14) Budavari S et al: The Merck Index 13th. MERCK & CO. Inc., 2001, pp361-362. 853-854. 857.
- 15) Caravati EM: Acids. In: Dart RC ed. Medical Toxicology. 3rd ed. Lippincott Williams & Wilkins. 2004, pp1294-1303.
- 16) Delgado JH, Phillips SD: Toxicology of the Lung. ibid. pp1130-1137.
Dart RC, Hurlbut KM: Respiratory Irritants. ibid. pp1143-1146.
- 17) Gossel TA, Bricker JD: Acids. In: Principles of Clinical Toxicology. 3rd ed. Raven Press, 1994, pp216-220.
- 18) Mason T, Ford M: Acids and Antacids. In: Haddad LM, Shannon MW, Winchester JF eds. Clinical Management of Poisoning and Drug Overdose. 3rd ed. Saunders. 1998, pp825-829, 239-240.
- 19) Mullen WH: Caustic and Corrosive Agents. In: Olson KR ed. POISONING & DRUG OVERDOSE. 4th ed. McGraw-Hill, 2004, pp157-159.
- 20) Robert E, Lenga: The Sigma-aldrich Library of Chemical Safety

- Data, Ed. 1, 1985,
- 21) Sax, N. I., Lewis, R. J. : Sax. Dangerous Properties of Industrial Materials, 10th, ED, 1999, pp776-777. 1988-1989.
 - 22) Snodgrass WR: Acids. In: Klaassen CD ed. Casarett and Doull's Toxicology. 5th ed. McGraw-Hill, 1996, pp975.
 - 23) 青山久: 化学損傷, 前川和彦, 相川直樹 編. 今日の救急治療指針. 医学書院, 1996, pp357-358.
 - 24) 大木道則, 大沢利昭, 田中元治, 他編集: 化学大辞典. 東京化学同人, 1996, pp332-333. 335-336. 551-552.
 - 25) ギュンター・ホンメル著: 危険物ハンドブック. シュプリンガー・フェアラーク東京, 1991.
 - 26) 後藤 稠, 池田正之, 原一郎編: 産業中毒便覧. 医歯薬出版, 1984, pp29-31.
高本 進, 稲本直樹, 中原勝儼, 他編集: 化合物の辞典. 朝倉書店, 1997, pp340.
 - 27) 内藤裕史: 腐食性物質, 酸, 中毒百科 改定第 2 版. 南江堂, 2001, pp99-109.
 - 28) 内藤裕史, 横手規子監訳; ハロゲン, 化学物質毒性ハンドブック (VI). 丸善株式会社, 2000, pp82-87.
 - 29) 第 13 改正 日本薬局方解説書, 広川書店, 1996, pp421-426.
 - 30) 伊藤祐佳, 高須 朗, 阪本敏久, 他; トイレ用賛成洗浄剤(サンポール(R))を摂取後に腐食性食道壊死から食道・気管支瘻を来した 1 例. 日本救急医学会誌 2004; 15 巻; pp35-39,
 - 31) 鶴飼卓: 酸・アルカリ中毒. 救急医学 1993; 17, 52-54.
 - 32) 岡田芳明, 岩谷照美, 小林 久, 他; 酸・アルカリ服用に対する胃洗浄液について, 救急医学 1987; 11(1); 75-80
 - 33) 奥村徹, 竹内保男, 杉田学, 他: 急性中毒の標準治療 消化管除染 胃洗浄. 救急医学. 2005; 29: 513-516.
 - 34) 奥村徹, 吉岡敏治, 白川洋一, 他: 急性中毒の標準治療 消化管除染 胃洗浄. 中毒研究. 2003; 16: 471-474.
 - 35) 黒川淳一, 嘉村正徳, 山北宜由, 他; 多量の強酸による服毒自殺の一部検例. 岐阜県医師会医学雑誌 2002; 15 巻; pp97-101
 - 36) 佐久間陽子, 芳川 洋, 榎本冬樹, 他; 塩酸プールの転落による鼻・副鼻腔化学熱傷例. 耳鼻咽喉科臨床 2002; 補冊 108; pp42-43.
 - 37) 白川洋一: 酸. 救急医学 1996; 20, 1660-1661.
 - 38) 鈴木潤一, 桂田菊嗣: 酸・アルカリ. 救急医学 1988; 12, 1365-1370.
 - 39) 仁木佳実, 水口一衛, 高須昭彦, 他: 急激な DIC により死亡した塩酸中毒の 1 例. 中毒研究 2001; 14, 335-338.
 - 40) 松中秀行, 中 敏夫, 森永俊彦, 他; 塩酸服毒後と遅延性に発生した食道管支瘻の 1 症例. 中毒研究 1998; 11 巻; pp297
 - 41) 山口浩司, 茶木 良, 猪俣英俊, 他; 塩酸服用による重症腐食性上部消化管炎の 1 救命例. 日本救急医学会雑誌 2000; 11; pp456-461,
 - 42) 渡邊倫子, 稲垣喜三: 酸. 救急医学 2001; 25, 176-177.

1 6 . 作成日
20080301

水酸化ナトリウム

1. 名称

水酸化ナトリウム

別名	: カ性ソーダ	Caustic sada
	Lye(sodium hydroxide)	Soda lye
	Sodium hydrate	Sodium hydroxide
	White caustic	

CAS No. : 1310-73-2
8012-01-9

2. 分類コード (日本中毒情報センター分類)

6-58-1101-980 スイサンカナトリウム

3. 成分・組成

パールタイプ : 白色顆粒状粉末、純度 99%

マイクロパールタイプ : 白色顆粒状微粉末、純度 99%

フレークタイプ : 白色小片状、純度 99%

液体タイプ : 無色透明の水溶液、純度 48%、35%、25%

4. 製造・販売会社

電気化学工業、旭化成ケミカルズ、旭硝子、鶴見曹達 など

5. 性状・外観

白色透明、無臭の固体。潮解性が強い。

[化学式] NaOH

[分子量] 40.00

[比重] 2.130

[融点] 318° C

[溶解性] 水・アルコールおよびグリセリンのいずれにも可溶で、溶解時に多量の熱を発生する。

NaOH1g は水 0.9mL、沸騰水 0.3mL、無水アルコール 7.2mL、メタノール 4.2mL に溶ける。

これら溶液と酸とを混ぜ合わせても多量の熱が発生する。

[液性] 水溶液は強アルカリ性を呈する。

0.05%W/W 溶液 : pH12、 0.5%溶液 : pH13、 5%溶液 : pH14

[反応性] 空気中の炭酸ガスを吸収して炭酸ソーダになる。

燐化合物と反応し、有毒・可燃性ガス(燐化水素)を発生する。

水酸化ナトリウム水溶液は爆発性でも引火性でもない。しかし、アルミニウム、錫、亜鉛などの金属を腐食し、可燃性ガス(水素)を発生する。

[化学的危険性] 強塩基であり、酸と激しく反応し、湿った空気中で亜鉛、アルミニウム、スズ、鉛などの金属に対して腐食性を示し、引火性/爆発性気体(水素)を生成する。アンモニウム塩と反応してアンモニアを生成し、火災の危険をもたらす。ある種のプラス

チック、ゴム、被膜剤を侵す。空気から二酸化炭素と水を急速に吸収する。湿気や水に接触すると、熱を発生する。この物質中に水を注いではならない；溶解または希釈する時は必ず水の中にこの物質を徐々に加えること。

6. 用途

中和剤、各種ナトリウム塩の製造、石鹼の製造、セロファンおよびビスコースレーヨンの製造、ゴム製品の再生などにひろく用いられている。

7. 法的規制事項

毒物及び劇物取締法：第2条別表第2 劇物

薬事法：第44条施行規則第52条 劇薬

有害物質を含有する家庭用品の規制に関する法律：第二条第二項該当物質
住宅用の洗浄剤で液体状のもの(製剤たる劇物を除く)は、アルカリ量として5%以下、および所定の容器強度を有することを基準とする。

8. 毒性

- ・ US Consumer Safety Committee の最終勧告(1982.9.13.)では
 - 0.5~1.0% : weak irritants
 - >1% : corrosive
 - weak irritants=眼、鼻、喉、口に刺激あり(粘膜刺激性あり)
 - strong irritants=眼、鼻、喉、口及び皮膚に刺激あり(皮膚・粘膜刺激性あり)
 - corrosive=致死または永久的な傷害の可能性あり。蒸気も有害。重度の傷害を与える。(腐食性あり)
- ・ 22.5% (7N) 溶液 10秒で縦隔洞に及ぶほど食道を完全に壊死させる。
- ・ 3.8% (1N) 溶液 10秒以内に粘膜下組織及び筋層まで壊死させる。
- ・ 経口(ヒト) LDL_0 : 1.57mg/kg
- ・ 皮膚刺激性(ヒト) 2%/24H : 軽度
- ・ LD50/LC50
 - 経口(ウサギ) 10%(w/v)水溶液、 $LDLo$: 500mg/kg
 - 腹腔内(マウス) LD50 : 40mg/kg
 - 経皮(ウサギ) TCL_0 : 25pph
- ・ 刺激性
 - 皮膚 : ウサギ 500mg/24H : 重度
 - 眼 : ウサギ 50 μ g/24H : 重度
 - 1% : 重度
 - 400 μ g : 軽度
 - 1mg/24H : 重度
 - 1mg/30S : 重度
 - サル 1%/24H : 重度
- ・ 許容濃度 ACGIH (2005) TLV-CL : 2 mg/m³

[腐食による傷害程度の決定因子]

- pH、粘度、濃度、摂取（曝露）量、曝露時間、摂取前の胃内容物の有無、発熱反応
- ・ pH：深部に至る潰瘍形成後、狭窄を来している症例の殆どは、pH14の水酸化ナトリウム溶液によるものであるが、pHが12~12.5に達していれば食道潰瘍が発症すると考えて良い。
 - ・ 粘度：pHと濃度が一定であれば傷害の程度は粘度に依存する事が動物実験で示されている。
 - ・ 濃度：
 - (1)水酸化ナトリウム溶液
 - 22.5% (7N) 溶液 10秒で縦隔に及ぶほど食道を完全に壊死させる。
 - 3.8% (1N) 溶液 10秒以内に粘膜下組織及び筋層まで壊死させる。
 - (2)水酸化カリウム溶液
 - 8%溶液が粘膜の融解壊死、筋肉と外膜層に炎症をおこす事がネコで確認されている。
 - (3)濃度の他に、モル濃度、酸化力、2価イオンとの親和性、アルデヒド基の有無が因子となる。
 - ・ 摂取量：摂取量が多ければ、胃に達する腐食物の量も多くなり、嘔吐しやすくなり、嘔吐により消化管は腐食物に再曝露される。
 - ・ 曝露時間：曝露時間が長くなれば傷害の程度も強くなる。
粒子、錠剤の付着により、また解剖学的構造上狭窄部の液体の通過は遅いので曝露時間は長くなる。
 - ・ 摂取前の胃内容物の有無：摂取前の胃内に液体があれば摂取物は希釈され、狭窄の発症率は減少する。
 - ・ 発熱反応：水和による発熱で組織は傷害をうける。

[腐食強度の指標についての報告]

- ・ Hoffmanらの報告←さらに調査研究の必要性がある（(3)の信頼性限界より）
 - (1)pH:腐食性のある固形の家庭用品について、イヌの食道を用いた *in vitro* の実験で、その pH と食道の糜爛の深さとは正の相関 ($p=0.015$, $r=0.945$)を示すことが報告されている。
 - (2)TAR (titratable acid/alkaline reserve=検体アルカリの1%溶液100mLのpHを8にするのに要する0.1M HCl または NaOH の容量[mL])：
腐食性のある液性の家庭用品について、イヌの食道を用いた *in vitro* の実験で、食道の糜爛の深さは pH よりも TAR の方がよりよい相関性を示す事が報告されている。
 - (3)この報告の信頼性限界
 - 1)胸郭内の食道でしか調べていない点
 - 2)検体アルカリの食道への曝露が動物の生存中ではない点
 - 3)イヌの *in vitro* モデルがヒトの *in vivo* での影響と一致しない可能性がある点
 - 4)サンプルの数が少ない点

[その他]

- ・ 腐食作用は急速に発現する。

- ・液体腐食物では100%の患者に食道傷害が生ずるとの報告がある。
- ・高濃度の液体（30%水酸化ナトリウム）では、不慮の摂取でも100%食道熱傷が生じるとの報告がある。
- ・pHが11.5以下の場合重篤な熱傷は生じにくい。高用量および高濃度の曝露により損傷は増大する
- ・固形腐食物では10～30%の患者に食道傷害が生ずるとの報告がある。
- ・成人における故意の腐食性物質摂取症例（液体および固体混合）では顕著な食道熱傷の発現率は30～80%である。
- ・小児における腐食性物質摂取症例（液体および固体混合）では顕著な食道熱傷発現率は5～35%である。
- ・家庭用漂白剤（ex. 次亜塩素酸ナトリウム含有＋水酸化ナトリウム）では食道病変の発症率は低く、粘膜の糜爛よりひどい傷害を来す事はまれであり、食道狭窄も通常起こらない。

9. 中毒学的薬理作用

[腐食作用]

- ・脂肪の鹼化と蛋白の溶解により消化管の融解壊死を起こす。蛋白を溶解することによって組織内に深く浸透する。
- ・組織への浸透性と血管に対し持続性の血栓症と壊死を起こすため、持続性の傷害を与える。
- ・組織への浸透性があるため、表面的な希釈はあまり効果がない。
- ・重篤な場合、その傷害は隣接臓器（結腸、脾臓、小腸、大動脈弓）にまで及ぶ。

Clinitest錠（水酸化ナトリウム 233mg/錠）摂取で初期症状が軽かったにも関わらず大動脈弓にまで浸透したため出血死した例が報告されている。

- ・液体のアルカリでは、生理的反応（食道の逆蠕動）により傷害が助長される。摂取後数分間は、食道の逆蠕動によりシーソのように腐食物が食道と胃の間を行き来する。5分位経つと、幽門が弛緩するので、腐食物は十二指腸に入る。
- ・濃厚液ではたった1秒間の曝露でも壊死をおこし得る。
- ・眼に対する作用機序
 - (1)細胞膜中の脂肪を鹼化し、細胞を破壊する。
 - (2)OH⁻イオンがコラーゲン（膠原）と反応し、膠原線維の膨化、萎縮、肥厚をおこす。
 - (3)毛様体が侵されれば、眼房水の質および量が影響を受ける。
 - (4)コラーゲンの新生にアスコルビン酸が必要なので、眼房水と角膜の間質のグルコースが減少する。
 - (5)コラーゲンの消失（＝角膜間質の潰瘍形成）は受傷後2～3週間で起こる。
 - (6)コラーゲンは酵素の変質に影響をより受けやすくなる。

10. 体内動態

データなし

11. 中毒症状

[傷害部位について]

- ・傷害部位は、アルカリの種類（固形か液体か）、腐食性の強さ（pH、粘度、濃度 etc.）によって異なる。

固形腐食剤：

主に、食道上部と口腔咽頭に生ずる。胃底部の傷害はまれである。重篤な傷害は1/3の患者に発生している。

穿孔を来す可能性がある他、狭窄がよく起こる。穿孔により縦隔洞炎、腹膜炎、敗血症が合併する。

液体腐食剤：

口腔咽頭に傷害がなくとも、食道が重篤な傷害を受けている可能性がある。重篤な食道損傷の発症率は、固形腐食剤に比べずっと高く、100%発症するという調査もある。

しばしば全周性に傷害が発症し、これは後に狭窄を来す。

1973年以前の調査ではあるが、食道傷害を認める患者の約20%に胃の傷害が認められている。

固形腐食剤に比べ、口腔咽頭や食道上部に傷害を受けることは少ない。

(1)循環器系

消化管の腐食による二次的な症状として発症

血圧低下：消化管出血による

頻脈：消化管出血による

ショック：出血による二次的な症状で死因となる。

敗血症：消化管穿孔による合併症として

(2)呼吸器系

上部気道の閉塞（急性期の合併症として）：

その結果、失声、呼吸困難、喘鳴、チアノーゼ、嘔声などの症状出現

（特に蒸気の吸入により）喘鳴、呼吸困難、肺水腫が発症

高濃度の水酸化ナトリウムの経口摂取後、気管支熱傷が長引いた2名の患者に反復性肺拡張不全と肺炎が発現した

（慢性）水酸化ナトリウムミストの長期吸入による閉塞性気道疾患

(4)消化器系

経口により、通常唇、舌、食道に傷害を生ずるが、必ずしもいつも生ずるとは限らない。

嚥下困難：嘔吐、胸骨下痛、腹痛、流涎、呼吸困難、喘鳴を伴う。

口唇、舌、口腔粘膜、咽頭喉頭部の発赤、潰瘍：

灰色、灰褐色の偽膜で舌の粘膜や口蓋がおおわれる。

口腔内の傷害の有無は、食道の傷害の有無の指標にはならない。

口腔や口腔咽頭に傷害が認められなかったが、食道に重篤な傷害が認められた症例が報告されている。

口腔内に傷害が認められた患者の1/3に顕著な食道損傷が認められたが、食道損傷の認められる患者の2~15%には、口腔内に傷害が認められなかったとの報告がある。

食道穿孔による縦隔炎：炎症期に発症

発熱、背部に放散する胸骨下痛、腹壁の緊張と反跳痛を伴う強い腹痛、心膜雑音、皮下気腫などの症状があれば、食道穿孔が疑われる。

吐血、胃腸出血

胃粘膜の刺激、潰瘍、壊死、穿孔：

アルカリを嚥下した患者の 80%までに胃部の病変が認められる。

嘔吐により口腔内の病変が悪化する。

胃穿孔はアルカリではまれである。

十二指腸潰瘍

大腸・小腸の壊死と穿孔：1 例報告されている。

食道狭窄：受傷後 2 週間半～3 週間あるいは数年 (8 ページ参照)

Ferguson らによる 41 例の遡及的調査では、

発症率：22%に発症しその内の 70%患者には初期に食道の傷害が認められていた。

剤形：食道狭窄が認められた患者が嚥下した強アルカリの剤形は液体であった。この調査では固形（粒状）のアルカリを嚥下して食道狭窄が発症した患者は認められなかった。

リン酸 3 ナトリウムと過ホウ酸ナトリウムを含有する義歯洗浄剤を誤嚥し嚥下困難と食道狭窄が発症した症例が報告されている。

幽門狭窄：報告されているが、まれである。

咽喉の後部輪状披裂筋の線維化：

この筋に癒痕が形成されると気道閉塞をおこし声帯麻痺（遅発性でまれである）に至る恐れがある。

食道の扁平上皮癌：

食道狭窄を発症した症例で報告されている。

アルカリ摂取者の 1%～4%に発症しており、食道癌の発症までの平均潜伏期間は 41 年であった。

食道癌発症の危険性は、受傷後 25 年で 1000 倍と見積もられている。

アルカリを嚥下した時期が晩年であればあるほど、早期に癌の発症が認められる。

[食道の腐食性傷害の経過（3 時期に区分される）]

- ・炎症期：1 日または 2 日間続く。
顕著な線維芽細胞の増殖が認められる。
症状は受傷後 48 時間以内にピークに達す。
この時期に穿孔の恐れがあり、穿孔の結果縦隔洞炎が発症する。
- ・壊死期：受傷後 24 時間～48 時間に始まる。
傷害組織が腐肉化する（壊死）。
食道鏡は穿孔をおこす危険性が大きいので禁忌である。
- ・狭窄期：受傷後、2 週間半～3 週間、数年
コラーゲン（膠原）線維が萎縮し始めるので、食道管腔が顕著に狭小化する恐れがある。
痂皮組織が脱落組織と置換し食道狭窄に至る。

(7)その他

代謝：重症例に乳酸性アシドーシスが認められている。

ショックを呈していなければ、発症することはまれである。

眼：

診断：傷害の程度は、受傷後 48～72 時間の時点で正確に評価できる。その際の評価基準は角膜の混濁の程度と角膜と結膜の接続部周囲の白濁の程度である。

初期症状

1. 浸透量に依存した細胞膜の破壊（角膜、結膜・水晶体上皮、角膜内皮、血管内皮、虹彩や毛様体の細胞・血管部位等の消失）
2. 深部に浸透すると、角膜浮腫、角膜と結膜の接続組織、毛様体や虹彩の虚血性壊死
3. さらに深部に浸透すると、線維素性の虹彩炎や白内障

再生期－初期（1～3 週間）：

1. 通常、この時期には上皮が再生するので、結膜上皮・角膜上皮の欠損は減少する。
2. 角膜の乳白度も虹彩炎も、その程度に応じて軽減するか消失する。
3. しかし、毛様体や虹彩組織が肉芽組織化したり潰瘍化する可能性もある。

再生期－晩期または後遺症：

1. 間質性潰瘍：その程度はコラーゲンの合成と分解との相互作用によって決定する。
2. 涙液被膜中の水分、ムチン分の生成能力の障害
3. 重篤な場合、麻痺性栄養神経性角膜炎に至るような角膜の神経支配の永久的な喪失

皮膚：重篤な皮膚刺激、化学熱傷、肥厚

（症例）20 歳女性で右顔面と頸部にオーブנקリーナーのエアロゾル剤を被り、湿った布で拭き取った（洗浄せず）が、植皮を要するほどの化学熱傷による肥厚を呈した例がある。

動物とヒトとでは皮膚刺激に関してかなりの種差があるため、動物実験のデータを引用してヒトでの皮膚刺激を評価すると誤りが生じ易い。

[症状（喘鳴、嘔吐、流涎）の有無からの食道・胃の傷害の予測]

未解明

(1)Crain ら(1984)は、喘鳴、嘔吐、流涎の症状が全く認められないか、認められても以上 3 つの内 1 つの症状しか認められない患者では、傷害の明確な内視鏡所見が認められないのに対し、以上の 3 つの症状の内少なくとも 2 つの症状が認められた患者では、50%に重篤な傷害が内視鏡所見により認められたと報告している。

(2)Gorman ら(1989)は、対象症例数：全 60 例について、

上記症状の何れか 2 つの症状が認められる患者の 66.7%に、内視鏡的に 2 度または 3 度の熱傷所見が認められた。

上記 3 つの症状全てが認められる患者は全て、傷害の明確な内視鏡所見

が認められた。

但し、上記の症状を全く認めなかった患者でも、9.5%に傷害の明確な内視鏡所見が認められた。と報告している。

(3)Gaudreault ら(1976)は、上記症状の有無と消化管の損傷との間に顕著な相関性はないと報告している。

1 2 . 治療法

1) 予防対策

i) (HSDB)

- ・漏出や漏洩からの危険を最小限にするために、洗浄用の水を十分に供給する。皮膚や眼への接触が起きた場合、どこでも洗浄用の噴水器と安全なシャワーは利用できるようにしておく。
- ・霧や塵に対して、フィルターやダストタイプ呼吸保護装置で防護できる。
- ・陽圧型空気呼吸器 (positive pressure self-contained breathing apparatus: SCBA) を着用する。メーカーが特に勧めている防護衣があればそれを着用する。消防組織の防護衣は火災時にのみ勧められ、漏出時には効果がない。

ii) (HAZARTEXT)

- ・手袋の素材としてポリビニルアルコールは勧められない。

iii) (毒劇物基準関係通知集：毒物劇物関係法令研究会監修)

- ・保護具：保護手袋、保護長ぐつ、保護衣、保護眼鏡

2) 汚染の持続時間

i) (HAZARTEXT)

環境中運命

水中：水中で水酸化ナトリウムはアルカリ溶液（発熱反応）となる。その際、多くの陽イオンを沈殿させる。

土壌中：土壌へ固体の無水水酸化ナトリウムが漏出した場合、もし除去するよりも先に沈着すれば地下水の汚染が起きる。沈着物は、かなりの発熱をともない溶け、水酸化ナトリウムの溶液を生成する。これは土壌に浸透する。しかし、生じた溶液の濃度と性質を予測するのは困難である。

3) 除染

- ・汚染された衣服を脱がせ、直ちに眼、皮膚を洗浄する。
- ・眼は大量の流水または生理食塩水（室温）で30分以上洗浄、皮膚は大量の流水で15分以上洗浄する。

4) 臨床検査

- ・内視鏡検査、食道レントゲン撮影、胸部レントゲン撮影、血液検査

5) 治療

- ・特異的解毒剤・拮抗剤はない。基本的処置を行った後、対症療法。
- ・アルカリ熱傷に準じて治療。

* 経口の場合

- ・特異的解毒剤・拮抗剤はない。対症療法が中心となる。アルカリ熱傷に準じて治療。
- ・基本的処置として、牛乳または水で希釈、胃洗浄（施行の是非については議

論のあるところ)。

- ・禁忌処置：催吐、中和、活性炭や下剤の投与
- ・不慮の摂取後、完全に無症状で飲水可能な小児は、数時間の経過観察後帰宅させて良い。何らかの徴候や症状を有する小児に関しては、内視鏡検査を考慮すべきである

(1) 基本的処置

A. 催吐：禁忌

腐食物が食道を再通過するため傷害が悪化する。

B. 中和：禁忌

酸 (ex. 食酢、フルーツジュース) による中和は、中和熱による傷害の悪化を招くため。

C. 希釈：直ちに牛乳や水を経口させ希釈。口腔内や周囲に残っている腐食物は水か牛乳で洗浄する。

その後は、外科的診察がなされるまで経口させない (絶食)。

1) 有用性に関して

- a. 口腔粘膜の汚染除去や、特に固形物の場合には食道粘膜に付着した腐食性粒子を除去するのに有用である。
- b. 一般に推奨される処置であるが、液体の腐食物の場合にはその効果はあまり明らかでない。そのため、ルーチンに施行すべき処置でないと考える医師もいる。

→希釈により嘔吐が誘発される事が懸念され、嘔吐により腐食物が食道を再通過するため。

Honcharak & Marcus らの(1989)22例の調査では、

希釈処置を受けた7例の内4例は嘔吐したが、希釈処置を受けなかった15例は全例嘔吐しなかった。希釈処置を受け嘔吐した1例(牛乳約180mLで希釈)に重篤な合併症が、そして3歳の小児(コップ1杯の牛乳で希釈)での死亡が報告されている。

2) 希釈液量：多すぎると嘔吐する。

最大量は成人:8オンス(約236mL)、小児:4オンス(約118mL)までとする医師が多い(臨床医により様々)。

成人ではコップ1~2杯まで。

3) 適応時間：1時間以上経過している場合には、恐らく効果はない。

D. 胃洗浄：避けるべきとされているが、施行の是非に関しては議論のあるところ。

その採択は、摂取物の量、濃度、種類、そして患者に対する危険性(穿孔、肺への逆流吸引)と有益性(腐食物の除去)に基づいてなされるべきである。

穿孔は硬い内視鏡の挿入が原因であるという事実や、腐食物除去によりある程度は組織の傷害を防げるという有益性に基づいて施行されている。

液体腐食物の場合には有用であろう。

1) 方法：患者が覚醒しており協力的であれば摂取後早期に胃内にある腐食物の希釈と除去を意図して、柔らかい細い経鼻胃管を注意深く経口挿入し吸引する臨床医もいる。

2) 洗浄液：牛乳、1回 100～200mL ずつ

生理食塩水も使用されるが、pH 正常化能に関しては牛乳が最も適している。

E. 活性炭の投与：望ましくない。

活性炭に吸着しないか、吸着しても僅かな量である。嘔吐の危険性があり、内視鏡の視野の妨げになる。

F. 下剤投与は禁忌

(2) 対症療法

A. 輸液路の確保：重症の場合、ショックに備え輸液路を確保する。

B. 気道確保：直視下に気管内挿管できなければ、必要に応じて輪状甲状軟骨切開 cricothyroidotomy または気管切開

C. 体液、電解質バランスを厳重にコントロール

D. 栄養管理：14 ページの内視鏡所見が stageII 以上の場合、

中心静脈栄養法 (IVH) が第 1 選択。

最低 35～40kcal/kg/day のエネルギー量が、組織の修復、ストレス状態からくる hypermetabolism 等に対処するために必要。

E. 抗生物質の投与：感染症を合併している場合にのみ使用すべきである。

感染症や食道穿孔、胃穿孔を発症している場合には抗生物質の静注を考慮すべきである。

F. 狭窄に対して

1) ステロイド投与：比較対照のある小規模の試験によりステロイド剤の有効性に対する疑問が示唆されており、そのためステロイド剤はその点を考慮して慎重に使用すべきである。

炎症の初期症状をマスクしたり、感染症に対する抵抗性を減少させる可能性がある。

a. 適応：III 度か深部の、または全周性の熱傷が内視鏡的に認められる場合。

なお、受傷後 48 時間以上経過している場合は無効と考えられている。

I 度熱傷：一般に快復に向かい、拘縮は稀である。ステロイドは推奨されていない。

II 度熱傷：拘縮予防のためにステロイド治療を勧める報告もある。

ヒトでの十分に管理された試験ではいずれもステロイドの薬効は示されていない。

III 度熱傷：拘縮予防のためにステロイド治療を勧める報告もある。

III 度熱傷を有する患者でステロイド治療の有無とは関係なく狭窄にまで至っている患者の割合は高く、ステロイドの使用により感染や穿孔の危険性は高まるかもしれない。多く報告では、ステロイドによる危険性の方がその効果を上回り、規定的使用は推奨できないと考えている。

b. 投与量：投与量、投与期間ともに各施設でまちまち。

デキサメタゾン 0.1mg/kg/day またはプレドニゾン（日本ではない）1～2mg/kg を3週間（経口投与）続け以後漸減する。

この投与法は厳密には、比較対照のない調査やステロイド剤単独またはステロイド剤と抗生物質の併用による効果を示す動物実験に基づいた経験的なものである。

経口不能な間は、メチルプレドニゾン（日本では発売されていない）を2歳以下の小児では20mg、成人40mgを8時間毎に静注

c. 禁忌：上部消化管出血、胃穿孔、食道穿孔が認められる場合

d. 有効性に関して：否定的な見解が多い。

- ・ Ferguson らは、腐食剤を摂取した患者についての遡及調査で、抗生物質かステロイド剤を投与されなかった10例と抗生物質とステロイド剤の両方を投与された31例を比較し、両者の間に食道狭窄の出現率に差はなかったと報告している。
- ・ Anderson らも、腐蝕性のアルカリまたは酸による食道傷害を被った60例の小児を対象にした無作為の臨床予定調査（prospective study）により、コルチコステロイドの狭窄予防に果たす役割はとるに足りないものと推論している。
- ・ Howell らは、1956年以後に発表された英語文献中の腐食性食道損傷を有する患者361名について分析した（retrospective 10試験、prospective 3試験）。I度熱傷を有する患者には狭窄は認められなかった。ステロイドおよび抗生物質による治療を受けたII度またはIII度熱傷を有する患者228名中54名（24%）に狭窄が認められた。II度またはIII度熱傷を伴う患者でステロイドや抗生物質による治療が行われなかった患者25名中13名（52%）に狭窄が認められた。
- ・ LoVecchio らは、10報告のメタ分析から、腐食性物質摂取によりII度の食道熱傷を有する患者の狭窄形成率は、ステロイド療法が施行された患者では14.8%、施行されなかった患者では36.0%であったと報告した。

2) 拡張術：狭窄に対しブジーによる拡張術を2～4週間施行

3) 食道再建術：ブジーによる拡張術で十分な効果が得られなければ、結腸を再建臓器とする食道再建術が必要になるかもしれない。

4) 胃管挿入（留置）：結腸による再建術よりも胃管挿入を選択する外科医もいる。内視鏡的に深い全周性の傷害が認められる場合、直ちに特製の経鼻胃管を挿入することで狭窄が予防できるかもしれない。

小児11例の調査では、ステロイドも抗生物質も投与せずに、シリコンチューブを5～6週間にわたって留置した結果、10例で狭窄が予防できたと報告している。

5) 摘出手術：

Meredith らは、液体のアルカリを摂取した9例の治療結果に基づき、全層性の胃壊死が認められる患者には食道摘除術と胃摘除術を勧め

ている。しかし、その転帰については示していない。

6) β -アミノプロピオニトリル (BAPN) の投与 :

動物実験で狭窄の予防効果があることが確認されているが、これを標準的な治療として勧めるには、さらに調査が必要である。

a. 作用機序 : 癭痕形成の主要要素であるコラーゲンの分子内の共有結合の形成を阻害する。

癭痕形成にコラーゲン (膠原質) の沈着が重要な働きをしている。コラーゲンの分子構造は分子内の共有結合により安定化しているが、BAPN は共有結合形成に必要なアルデヒド基の生成に不可欠なリシル酸化酵素 (lysyl oxidase) を阻害する。

b. 動物実験結果

b-1. 注射適用 :

イヌおよびネコでの実験では、BAPN 100mg/kg/day の注射で、食道の癭痕形成を最小にする効果は少なくともステロイドと同等であった。ステロイドに若干勝る効果を示す例もあったがこの効果が臨床上顕著にあらわれるかどうかは不明である。

b-2. 局所 (眼) 適用 :

ウサギ及びラットを用いて、眼への少量の局所適用による癭痕形成の予防効果を検討した実験では、コラーゲン線維の延長とコラーゲンの溶解の増加が報告されている。

c. 副作用 : 未だ調査中であるが、体重減少、脊柱後側彎、骨膜下の骨新生、変性性関節炎、解離性動脈瘤、ヘルニアが報告されている。

また、動物実験では、アテローム性動脈硬化過程の促進や催奇形作用が認められている。

7) N-アセチルシステイン : ラットで食道狭窄に対する予防効果が認められている。

G. スクラルファート (アルサルミン) : 腐食物摂取の治療として勧めるにはさらに調査が必要。

DRANO (R) (水酸化ナトリウム含有洗浄剤) の結晶を摂取した女性にスクラルファート 1g/100mL 水溶液を経口投与したところ嚥下痛が 24 時間以内に 50% までに軽減したという報告がある。しかし、狭窄は予防できなかったし、同時にシメチジンが投与されているので、この報告からスクラルファートの有効性を評価するのは困難である。

H. ポリアクリル酸ナトリウム (PANA) : ラットにおいて、ポリアクリル酸ナトリウムの経口投与により、水酸化ナトリウムによる胃部の傷害の範囲が縮小されたが、その傷害の深度には影響がなかったことが報告されている。

I. 検査

- ・ 内視鏡検査 : 初期 (48 時間以内) の障害存在部位や程度の把握

- ・食道レントゲン撮影：受傷後 48 時間以上経過している場合の食道の損傷程度の把握

食道穿孔、胃穿孔の有無の確認

癒痕形成や幽門側の狭窄など慢性期の合併症の有無の確認

- ・胸部レントゲン撮影：食道穿孔、誤嚥の有無の確認

- I-1. 内視鏡(食道鏡)検査：症状・徴候と損傷部位・損傷程度があまり相関しないので、傷害の存在部位や程度を把握するのに有用

多数の症例報告から、腐食性物質摂取の治療における早期内視鏡検査の相対的安全性と有用性が証明されている

- 1) 実施時期：可及的速やかに内視鏡検査のための診断を行い、内視鏡検査が必要とされた場合には摂取後 24 時間以内に行う
摂取後 12～24 時間に施行または 48 時間以内に施行。

12 時間経てば、傷害の場所と範囲が肉眼的にはっきりわかるようになる。

48 時間以内であれば、穿孔の危険性が小さい。

48 時間以内のどの時期に実施するかは、有効性、浮腫の程度、患者の全身状態により判断する。

- 2) 適応：故意に摂取した成人、不注意で摂取し徴候や症状が見られる成人、不慮の摂取後に喘鳴、嘔吐、流涎、嚥下困難、嚥下拒否、顕著な口腔内熱傷、腹痛を有する小児。

意図的摂取後無症状の小児および成人には内視鏡検査は不要である。

家庭用の漂白剤（次亜塩素酸ナトリウム＋水酸化ナトリウム）を摂取して無症状であれば施行する必要はない

- 3) 注意：全周性熱傷を発見したら、穿孔の恐れがあるため、それ以上深く内視鏡を挿入してはいけない。とされているが、穿孔の危険性とより重度の傷害を確認する必要性とのかねあいから、それ以上内視鏡を挿入するかどうか判断する。

内視鏡検査中の穿孔の危険性を最小にする方法は次の通りである

(Zargar et al, 1991)：

- a. 直視下で輪状咽頭に挿入する。
- b. 空気注入は最小にして愛護的に挿入する。
- c. 内視鏡を逆に曲げたり反転させたりしない。
- d. 小児用のフレキシブルな内視鏡を用いる。
- e. 熱傷部位を通過する際は十分注意する。
- f. 多くの報告で損傷 24 時間以内の内視鏡検査を推奨している。食道熱傷が高度の場合、治癒亜急性期（摂取 5～15 日後）で壊死部位が穿孔する危険性が高い場合の内視鏡検査は避けるよう勧めている (Zargar et al, 1991)。

- 4) 禁忌：上気道の閉塞がある場合

穿孔の症状・徴候がある場合

受傷後 48 時間経過している場合（穿孔の危険性大のため）

- 5) 重症度

腐食傷を段階付けるのに幾つかの尺度がある。狭窄、閉塞、出血および穿孔などの合併症発現の可能性と初期熱傷の重篤度には関係がある

グレード0—正常所見。

グレード1—粘膜の浮腫や充血；狭窄は生じにくい。

グレード2A—易出血性、糜爛、水泡、白苔、滲出液、表在性潰瘍；狭窄は生じにくい。

グレード2B—グレード2A以外に、深部の、または全周性の潰瘍；狭窄の可能性はある。

グレード3A—多発性潰瘍および小さく散在した壊死；狭窄は一般的である。穿孔、ろう孔形成または消化管出血などの合併症は起こり得る。

グレード3B—内臓壁の広範壊死；狭窄は一般的である。穿孔、ろう孔形成または消化管出血などの合併症が生じる可能性は3Aよりも高い。

6) 内視鏡所見の stage 分類と各 stage 分類の予後・手術適応

stage 分類	病巣	予後	手術適応
I	粘膜に限局した変化 (浮腫、糜爛、発赤)	再上皮化 全快する	なし
II	粘膜、粘膜下組織、 筋組織の壊死 (潰瘍形成、出血巣)	癒痕形成 癒痕性狭窄	(1) 試験的開腹術 (2) 二次的拡張術 (ブジー)
III	全層に及ぶ壊死 組織の軟化・脆弱化 急性壊死性穿孔	穿孔 腹膜炎 縦隔炎	(1) 緊急手術 (2) 段階的再建術

7) 追加検査

熱傷があった場合は、10～20 日後にバリウム検査や食道造影を行う

I-2. 食道レントゲン (X 線) 撮影

1) 食道損傷の評価手段として：

初期の評価手段としては、内視鏡検査に比べ信頼性は劣るが、受傷後 48 時間経過している場合、考慮してもよい。

食道の縁がところどころぼんやりしていれば粘膜の潰瘍や壊死が、線条が認められれば、深層の壊死性潰瘍が示唆される。ガスによる拡張や管腔内に造影剤の貯留を認める場合は穿孔の危険が示唆される。

2) 食道穿孔や胃穿孔の有無を確認するために：

受傷後 10 日～3 週間の時点で、まず水溶性造影剤 (ex. ガストログラフィン) を使用。

3) バリウム (造影剤) の服用：

受傷後 1 カ月の時点で、癒痕形成や幽門側の狭窄といった合併症を来していないか確認する為にルーチンに実施すべきである。

幽門や十二指腸部の狭窄の程度を把握するのに有用である。

但し、穿孔の可能性がある場合は水溶性の造影剤 (ex. ガストログラフィン) を使用する。

I-3. 胸部レントゲン (X 線) 撮影

1) 食道穿孔による横隔膜下の free-air、縦隔気腫像、誤嚥による肺炎像や胸水の有無を注意して観察する。(通常鮮明には、確認し難い)

I-4. その他の検査：

血液検査：少なくとも電解質、一般検血、クレアチニン、便潜血の検査は繰り返し行うべき。

血液型及び輸血の為のクロスマッチも必要かも知れない。

急性期には嘔吐、吐下血がみられることが多く、二次感染など合併症を診断するために必要。

* 吸入した場合

(1) 基本的処置：新鮮な空気下に移送。呼吸器能をモニターし、気管内挿管を行い、必要に応じ人工呼吸器を装着。

頻回に気管内洗浄と気管内吸引を行い喀痰や気道内分泌物を除去する。

(2) 対症療法

A. 肺水腫対策：PEEP（持続陽圧換気）、ステロイド剤は有効かも知れないが、抗生物質は感染がある場合のみ有用である。

B. その他：経口の場合の処置法に準ずる。

* 眼に入った場合

(1) 基本処置

・水洗：直ちに少なくとも 30 分間は十分に洗浄する。

その後、眼科的診療を必ず受ける。

・医療機関での処置

1) 洗浄：直ちに多量の水または 0.9% 生理食塩水（いずれかすぐに準備できる方を用いる）による洗眼を開始する。洗眼を開始したのであれば、苦痛を除くために局所麻酔薬を点眼する。また、水から微温滅菌生理食塩水に変更することにより、患者の苦痛は軽減される (Ernst, 1988; Granr & Schuman, 1993)

洗眼は最低 1 時間、または上下の結膜嚢に微粒子の残存がないことを確認するか、洗浄液の液性が中性 (pH 試験紙を下方盲管に当てて確認) に戻るまで行う。洗眼終了後 30 分間はそのまま放置する。

重篤なアルカリ熱傷後は、十分に洗眼しても結膜嚢の pH は 8 ~ 8.5 までしか戻らない (Grant & Schuman, 1993)。直ちに十分洗眼ができれば、視力は回復し、入院期間は短縮され、外科的介入の必要性も低くなる。

(2) 対症療法－急性期

眼の損傷程度を正確に評価するには、熱傷後 48~72 時間かかる。

評価の基準は角膜上皮損傷の大きさ、角膜混濁および角膜縁虚血の程度である (Brodovsky et al, 2000)。

グレード 1：角膜上皮損傷；虚血なし

グレード 2：角膜混濁；虹彩細部明瞭、角膜縁 1/3 以下の虚血

グレード 3：角膜上皮全体の欠損、間質性混濁により虹彩細部不明

隙；角膜縁の 1/3～1/2 が虚血
グレード 4：角膜不透明；虹彩および瞳孔不明瞭、角膜縁 1/2 以上が虚血

<眼の損傷が少ない場合>：

局所散瞳薬と抗生物質の点眼、疼痛だけで十分である。それ以上の損傷の場合、眼科専門医による治療を勧める。

A. 散瞳薬の点眼：虹彩後癒着と毛様体攣縮の発症を防止のために。

使用量：1%アトロピンを 1 日 2 回点眼

B. 抗生物質の点眼：感染症対策として、上皮の欠損が持続している間、ク

ロラムフェニコールやゲンタマイシンを 1 日 4 回点眼

C. 疼痛対策：眼の局所麻酔を繰り返し行くと角膜上皮障害を起こす可能性があるため、疼痛対策が必要な場合は経口または非経口の麻酔の方が好ましい(Grant & Schman, 1993)。

<III 度、IV 度熱傷の場合>：

眼科専門医受診により次のような処置が 1 つ以上行われるであろう；アセタゾラミド、局所チモロール、局所ステロイド、クエン酸塩、アスコルビン酸塩、EDTA、システイン、NAC、ペニシラミン、テトラサイクリン、ソフトコンタクトレンズ

A. 眼圧上昇に対し炭酸脱水素酵素阻害剤かチモロール

1) 炭酸脱水素酵素阻害剤：アセタゾラミド 125mg を 1 日 4 回経口投与

2) チモロール：0.5%チモロール 1 日 2 回点眼が有効かも知れない。但し、その有効性と副作用についてはまだ調査中である。

B. ステロイド剤の点眼：炎症に対し、1%プレドニゾロンを 10 日間使用。

もしこの時点までに上皮が無傷状態にならないなら、ステロイド剤が潰瘍形成を促進しないように直ちに漸減する。

1%酢酸フルオロメトロンなどの点眼薬で III、IV 度熱傷は改善されることがある。Brodovsky らは、1%酢酸フルオロメトロンを最初 2 時間毎に点眼し、角膜再上皮形成の進行および炎症の縮小が確認されたら 1 日 4 回の点眼に減らし、完全な角膜再上皮形成が認められた時点で点眼を中止した。

その他の報告では、5～7 日で角膜表面の欠損部に上皮が形成されない場合、ステロイドは中止するように示唆している(Grant & Schuman, 1993)。

なお、Brodovsky らの retrospective study では、III 度アルカリ熱傷において、集中的なステロイド局所投与、クエン酸塩およびアスコルビン酸塩の局所投与および経口投与の併用により、視力改善と急速な角膜再上皮形成への傾向が得られたと報告されている。