

Statusartikel | Klinisk Praksis

Ugeskr Læger 2022;184:V02210183

Ætsninger og forfrysninger

Mia Demant, Elisabeth Lauritzen, Christian Lyngsaa Lang & Rikke Holmgaard

Afdeling for Plastikkirurgi og Brandsårsbehandling, Københavns Universitetshospital – Rigshospitalet

Ugeskr Læger 2022;184:V02210183

HOVEDBUDSKABER

- Ætsninger skal fortyndes hurtigst muligt og helst neutraliseres med skyllevæske.
- Perifere forfrysninger behandles med opvarmning i 37-40 °C vand i 30 minutter. Derefter vurderes behovet for vasodilationsbehandling eller trombolyse.
- Først efter måneder foretages eventuel amputation.

Forbrændinger (eller brandsår) defineres som en udefrakommende påvirkning af hud eller slimhinde, der medfører celledød [1]. De termiske forbrændinger er langt de hyppigste og står for ca. 90%, imens ætsninger, forfrysninger og elskader dækker de resterende ca. 10% [2]. Forfrysninger og ætsninger behandles ofte af brandsårslæger, da udfaldet af disse skader kan relateres til termiske brandskader. Dog skal man være opmærksom på, at både patologien og behandlingen er forskellig fra termiske skader. I denne artikel vil vi derfor sætte fokus på ætsninger og forfrysninger, forklare deres skademekanismer og gennemgå de aktuelle behandlingsregimer. Vi behandler primært de perifere forfrysninger, men omtaler også kort den systemiske hypotermi.

GENERELT

Det kan være svært at vurdere vævsskadens dybde, som også kan progrediere i løbet af de første døgn. Dybden er prognostisk for, hvorvidt vævsskaden kan hele konservativt, eller om kirurgi er indiceret (i form af sårrevision og delhudstransplantation). På Rigshospitalet skannes større, dybe brandsår med laser doppler skanner (LDI) for at vurdere dybden mere præcist, senest på femtedagen. Det er desuden yderst vigtigt at be- eller afkræfte eventuel inhalationsskade ved termiske og kemiske skader ved den initiale gennemgang af patienten, ofte med assistance fra anæstesi, øre-næse-hals- og/eller thoraxkirurger, da inhalationsskade øger morbiditeten og mortaliteten markant.

Patientens overlevelse afhænger af skadens omfang samt patientens fysiologiske reserver vurderet ud fra alder, komorbiditeter samt brug af tobak, alkohol og rusmidler [3]. Kvinder har generelt en højere mortalitet end mænd, men mænd kommer oftest til skade [4, 5].

Behandlingen handler først og fremmest om at sikre patientens overlevelse og forebygge komplikationer i den akutte fase. Herefter sigter den mod at bevare de berørte områders funktion og i videst muligt omfang at sikre et acceptabelt æstetisk resultat [2].

ÆTSNINGER

Ugeskr Læger 2022;184:V02210183

Side 1 af 8

Kemiske agenser kan ved vævskontakt medføre ætsninger (eller kemiske forbrændinger). Deres forskellige virkningsmekanismer på hud og/eller slimhinde afhænger af den specifikke agens' form, pH, koncentration, styrke, eksponeringstid mv. (Tabel 1). Kemiske forbrændinger udgør ca. 1% af børns og 6% af voksnes forbrændinger, og skaderne forårsages oftest af enten en syre (pH < 7) eller en base (pH > 7) [6]. Der er flere agenser med specifikke mekanismer, som man bør kende til, herunder flussyre, der binder calcium i vævet og dermed kan give hjertearytmier, ammoniak, som kan give inhalationsskader, samt benzin, som kan give både nyre- og inhalationsskader. Der er mange ligheder mellem behandlingen af den kemiske og den termiske forbrænding, men en væsentlig forskel er, at man i behandlingen af ætsninger ikke har behov for at køle vævet (skylle med koldt vand) for at standse den ødelæggende proces. Derimod skal det ætsende stof fortyndes eller neutraliseres, og dette bør ske så hurtigt som muligt. Kølning af ætsningsskader kan dog, som ved andre skader, være smertestillende, men den må ikke forårsage hypotermi.

TABEL 1 Eksempler på hyppigt forekommende agenser og deres skader [7].

| | Findes i | Skader | Behandling |
|--|---|---|--|
| <i>Syrer (pH v. 20 °C)</i> | | | |
| Svovlsyre (< 1) | Industriel rengøring, toiletrengøring | Dehydrerer vævet ved sine hygroskopiske egenskaber | Neutraliser med skyllevæske, ellers vand |
| Saltsyre (< 1) | Industriel afkalkning, metalrens, poolrens | Ætsende | Som ovenstående |
| Myresyre (2,2) | Konserveringsmiddel, garvning, surhedsregulator | Ætsende, ved store mængder: intravaskulær hæmolyse, nyreskade og pankreatitis | Som ovenstående + evt. organspecifik understøttende behandling |
| Fenol (4-5) | Plastindustri, desinfektion | Vævsødelæggende selv i lav koncentration, kan give CNS-, nyre- og leverskader | Som ovenstående + evt. organspecifik understøttende behandling |
| Flussyre (< 1) | Elektronikindustri, glasætsning, metalrens | Ekstremt ætsende. Kan medføre livstruende hypokalcaemi og arytmier | Som ovenstående samt: Klip negle, topikal calciumglukonatgel, lokal calciumglukonatinjektion i sår og evt. intraarteriel infusion ved systemisk påvirkning |
| <i>Baser (pH v. 20 °C)</i> | | | |
| Natriumhydroxid og kaliumhydroxid (14) | Afløbsrens, ovnrens, industrirengøring | Stærkt ætsende i høje koncentrationer | Neutraliser med skyllevæske, ellers vand i minimum 30 min, gerne timer (obs for hypotermi!) |
| Natriumhypoklorit (13) | Blegemiddel, desinfektion | Ætsende | Som ovenstående |
| Calciumhydroxid (12,6) | Cement, mørtel | Ætsende | Som ovenstående |

CNS = centralnervesystemet.

Kemikalier er som nævnt en relativt sjælden årsag til forbrændinger, men kan være en stor udfordring at behandle korrekt.

SKADESMEKANISME

Ved syreskade dannes en koagulatv nekrose, hvor der fremkommer et koagel på kontaktfladen, som ofte virker selvlimiterende på skaden, altså syrens penetration ned igennem vævet. Baser danner derimod en *henflydende* nekrose, og den ætsende proces arbejder sig dybt ned i vævet og forårsager langt større skader (Figur 1A) [7].

BEHANDLING

Ved ætsningsskader skal behandlere altid sikre sig selv først, ved at bære handsker, forklæde og ansigtsvisir, så de ikke kommer i direkte kontakt med de skadelige stoffer. Derudover er det vigtigt, at dekontaminering er afsluttet på skadesstedet, hvis muligt.

Patienter med ætsningsskader behandles som alle andre traumepatienter, og skyllingen (fortyndingen/neutraliseringen) skal påbegyndes på ulykkesstedet og eventuelt fortsætte under transporten, *hvis* man kan undgå, at patienten bliver hypoterm [8, 9]. Ved ankomst til hospitalet er den systematiske overlevering

fra akutlæge/paramediciner til modtagende læge yderst vigtig og suppleres med anamnese fra patienten. Der spørges grundigt ind til typen af det kemiske stof (form, koncentration, pH), samt hvor/hvordan/hvor længe og hvor meget af stoffet patienten er blevet eksponeret for, samt hvordan dekontamineringen foregik. Man skal derudover sørge for et sikkerhedsdatablad for det kemiske stof, hvis muligt. Tabel 2 skitserer i punktform den overordnede behandlingsalgoritme.

TABEL 2 Behandlingsalgoritmer.

Ættsningsskader

På skadested foretages dekontaminering af patient bedst muligt

Ved ankomst til hospital er grundig læge-læge-overlevering og anamneseoptagelse essentiel

Ved mistanke om inhalationsskade udføres akut bronkoskopi, og man skal overveje tidlig intubation (og informere patient om indikation og risici ved dette tiltag)

Evt. resterende kontamineret beklædning fjernes

Skylning igangsættes hurtigst muligt (obs pga. risiko for hypotermi ved langvarig skylning, brug tempereret vand, hvis tilgængeligt)

Ofte ca. 1 t.s skylning med vand (skyllevæske anvendes i ca. 15 min)

Ved stærke baser kan der være behov for flere timers skylning, selvom skylletiden er uden evidens og dermed kontroversiel

Vær opmærksom på metaboliske forandringer – konferér med Giftlinjen (tlf.: 82 12 12 12)

Patienten har behov for smertestillende medicin undervejs

Forfrysninger

Behandl systemisk hypotermi først

Opvarm perifere forfrysninger med 37-40°C varmt vand (+ tetanusvaccine) i 30-60 min

Smertelindrende behandling med NSAID og opioider administreres efter behov

Angiografi kan udføres for diagnostik af berørt væv og mhp. trombolyse

Prostaglandinanalogen iloprost er førstevalg efterfulgt af trombolyse, som kun kan gives inden for 24 t.

Hvis/når vævet har demarkeret sig (efter måneder), vurderes indikation for amputation af det berørte distale væv

Hvis patienten er septisk, behandles dog akut

Ættsningsskaden skal standses hurtigt muligt. Dette gøres ved at fjerne kontamineret beklædning og eventuelt tørborste krop og tøj. Herefter er den vigtigste behandling skylning for at fortynde/neutralisere kemikaliet. Skyllevæsken skal løbe væk fra patienten for at undgå, at kemikaliet skader den øvrige del af kroppen. Det nyeste tiltag inden for behandling af ættsninger med både syre og base er en skyllevæske, som indeholder et polyvalent molekyle, som både har kelaterende (ligand) egenskaber og er amfolyt (virker som både syre og base og neutraliserer derved begge) [10]. Det har en let hyperton effekt, der medfører, at væske med lavere saltindhold trækkes ud af vævet [11].

Hvis en sådan væske er tilgængeligt, bør den anvendes hurtigst muligt for at neutralisere og fjerne kemikaliet. Ved skader på huden påføres skyllevæsken kontinuerligt med en forstøver over 15-20 min, derefter er der ikke behov for yderligere skylning. Hvis der er tale om øjenætsningsskade, skal pH-værdi i begge øjne måles, eventuelle kontaktlinser fjernes, og øjenskylning med rigelige mængder vand straks igangsættes. Det er underordnet, om der anvendes fysiologisk saltvand, postevand eller destilleret vand. Vagthavende øjenlæge kontaktes, da vedkommende varetager behandlingen.

Afhængigt af ætsningsskadens udbredelse og dybde kan det blive nødvendigt med hurtigst mulig kirurgisk revision af alt avitalt væv (nekrektomi) og delhudstransplantation, typisk inden for 2-3 dage.

FORFRYSNINGER

Forfrysninger udgør under 1% af de samlede årlige forbrændinger hos både børn og voksne [6]. Skaderne kan inddeles i frostskeer (vævstemperatur *under* frysepunktet (0 °C), der medfører inflammation og forstyrrelser i mikrocirkulationen), kuldeskeer (nedkøling af perifert væv, men med temperatur *over* vævets frysepunkt) og systemisk hypotermi (kroppens kerntemperatur falder under 35,0 °C) [12]. Alvorlige perifere forfrysninger kan resultere i ødelæggende skader, der fører til signifikant morbiditet og i værste fald tab af funktion ved amputation af de mest distale lelemsdele (typisk fingre og tæer, men kan også være ører og næse) [13].

Der eksisterer forskellige klassifikationsmodeller til bedømmelse af frostskeer og deres prognose. Oftest inddeles de i fire grader ud fra vævets udseende og identificering af forfrysningernes udbredelse [1], men kan også inddeles i risikoen for amputation ud fra billeddiagnostik (angiografi, MR-skanning eller trefasisk ⁹⁹Tc-knogleskanning) [14]. Angiografi anvendes ved ekstremitetsforfrysninger for at påvise eventuelle større okklusioner, som vil kunne trombolyseres. Mindre, helt perifere forfrysninger (f.eks. næsespids og pulpa) har ingen effekt af trombolyse pga. den direkte vævs-/celledød, der ikke kan reddes ved trombolyse. Nedenstående inddeling og/eller de nævnte billeddiagnostiske undersøgelser kan have betydning for de behandlingstiltag, man vil iværksætte.

1. grad: Tilstedeværelse af hyperæmi og ødem, ingen vesikler. 2. grad: Tilstedeværelse af hyperæmi og ødem samt vesikler med klart indhold. 3. grad: Vesikler med hæmoragisk indhold. Fuldhudsnekrose og subkutan vævsnekrose (se Figur 1B). 4. grad: Fuldhudsnekrose, som også inkluderer muskler og knogler. 1.- og 2.-gradsforfrysninger har en god prognose ved konservativ behandling, hvorimod 3.-grads- (og til dels 4.-grads-) forfrysninger kan have gavn af forskellige akutte interventioner (se »Behandling«).

FIGUR 1 A. Baseætsning (våd beton) af venstre underekstremitet, hvor patienten først har søgt læge, dagen efter at skaden skete. **B.** Tredjegradsforfrysning af distale venstre fjerde finger med tør nekrose, der har demarkeret sig efter flere måneder fra skadetidspunktet.



SKADESMEKANISME

Forfrysningsskader opstår dels ved nedkøling og dels ved reperfusion af vævet. Afhængig af om nedkølingen foregår hurtigt eller over længere tid, dannes der, ved temperaturer i vævet under frysepunktet, iskrystaller intracellulært og/eller ekstracellulært. Der opstår dehydrering af cellerne og celledød. Ved optøning/reperfusion ses umiddelbart genetablering af kredsløbet i vævets kapillærer, senere ses endoteløsning med fibrinaflejringer, dannelse af mikrotromber og iskæmi [15].

BEHANDLING

Den initiale håndtering af patienten med forfrysninger består i ABCDE-gennemgang (systematisk tilgang, som kan anvendes til alle kritisk syge og tilskadekomne) og at prioritere behandling af samtidig systemisk hypotermi, hvis denne forekommer. Genopvarmningsbehandling ved systemisk hypotermi beror på sværhedsgraden af nedkølingen. Behandlingen kan være passiv (f.eks. uldtæpper, aluminiumsfolie, hue og varme omgivelser), aktiv-ekstern (forceret opvarmet luft og intravenøst givne væsker) og aktiv-intern (f.eks. varm, fugtet luft samt gastrisk/peritoneal-/pleural- eller blæreskylning med 40 °C varmt isotonisk saltvand) [16]. Den systemiske hypotermi behandles som anført før den perifere for at minimere den perifere vasokonstriktion og dermed øge blodflowet. Svær hypotermi kan også behandles med hjerte-lunge-maskine [17]. Herefter skal de perifere forfrysninger hurtigst muligt opvarmes i 37-40 °C vand i 30-60 minutter, imens der gives tetanusvaccine og eventuelt systemiske antibiotika. Smertestillende medicin er nødvendig (nonsteroidale antiinflammatoriske midler og opioid) [18]. Smykker på berørte fingre/tæer skal fjernes tidligt, da der opstår betydelig hævelse af vævet i forbindelse med optøning. Eventuel kirurgisk intervention foretages først senere i forløbet, når det forfrosne væv har demarkeret sig – dog kan akut fasciotomi ved mistanke om kompartmentsyndrom og tidlig amputation ved sepsis være indiceret [19]. Der foretages ovennævnte billeddiagnostisk forud for amputationskirurgi, ligesom angiografi anvendes i forbindelse med trombolyse.

Prostaglandinanalogen iloprost har med sine trombocythæmmende og vasodilaterende egenskaber vist lovende resultater for at nedsætte amputationsrisiko. Dette præparat har således, hvis tilgængeligt, også fundet anvendelse i behandlingen af de perifere forfrysninger [20].

Trombolysebehandling med alteplase, som er en vævsplasminogen aktivator (rTPA), og heparin inden for 24 timer, efter at endotelskaden har vist sig at reducere incidensen af digitale amputationer, men kontraindikationer til trombolyse (traume, nylig kirurgi, øget blødningsrisiko mv.) [13], behovet for gentagne angiografier samt tidsaspektet gør ikke altid denne behandling attraktiv.

Ved begrænset vævsskade og tørre nekroser kan man afstå fra kirurgisk revision, og med tiden vil nekroserne falde af og vævet hele op. Ved våde nekroser og risiko for sepsis er kirurgisk intervention nødvendig.

For at skabe de bedste forudsætninger for patientens heling og de bedste fysiske resultater er det desuden essentielt, at patienten allerede fra modtagelsen nødes til at drikke og spise rigeligt, gerne vejledt af en diætist, hvor der i kostplanen indgår store mængder kalorier og protein samt vitaminer og mineraler. Derudover mobiliseres patienten tidligt med fysioterapeutiske øvelser for at bevare bevægelighed og styrke, fremme den lokale cirkulation, mindske ødemtendens og således fremskynde helingen. Fra første indlæggelsesdag starter kontrakturprofylakse med lejrning og øvelser.

Rigshospitalets Afdeling for Plastikkirurgi og Brandsårsbehandling bistår altid med råd og vejledning i forbindelse med behandling af en patient med brandsårsskade. Der er ingen faste kriterier for, hvornår en brandsårspatient skal overflyttes til et brandsårscenter, men i **Tabel 3** gives en oversigt over tilstande for, hvornår man kan overveje overflytning – og altid bør konferere med et brandsårscenter.

TABEL 3 Tilfælde, hvor man bør konferere med brandsårsafdeling bl.a. om en evt. overflyttelse [7].

| Størrelse | Person | Område | Mekanisme |
|------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|
| > 10% hos voksne | Væsentlig komorbiditet | Ansigt/hænder/fødder/store led | Ætsninger/elektricitet |
| > 5% hos børn | Graviditet | Cirkulære, dybe skader | Store traumer |
| > 5% dyb skade | Ekstrem alder | Inhalationsskade | Mishandling |

KONKLUSION

Ætsninger og forfrysninger er forholdsvis sjældne, og hurtig påbegyndelse af korrekt behandling er essentiel for dem begge. Der er tale om traumepatienter, som ved modtagelse skal gennemgås med ABC-principper. Det ætsende stof skal fjernes ved at fortynde så hurtigt som muligt, gerne med hypertone, neutraliserende skyllevæsker, og man kan altid søge rådgivning hos Giftlinjen.

Systemisk hypotermi behandles først, derefter håndteres perifere forfrysninger med optøning i varmt vand, eventuelt behandles med vasodilatation, trombolyse og (først i sen fase efter demarkering af vævet) amputation.

Korrespondance *Mia Demant*. E-mail: miademant@gmail.com

Antaget 26. oktober 2021

Publiceret på ugeskriftet.dk 17. januar 2022

Interessekonflikter ingen. Forfatterens ICMJE-formularer er tilgængelige sammen med artiklen på ugeskriftet.dk

Referencer findes i artiklen publiceret på ugeskriftet.dk

Artikelreference *Ugeskr Læger* 2022;184:V02210183

SUMMARY

Corrosions and frostbites

Mia Demant, Elisabeth Lauritzen, Christian Lyngsaa Lang & Rikke Holmgaard

Ugeskr Læger 2022;184:V02210183

Thermal burns are by far the most frequent and account for approx. 90% of all burns, while frostbites, chemical and electrical burns (CB) cover the remaining approx. 10%. This review gives an overview of the treatment of corrosions and frostbites. CB and frostbites are relatively rare and prompt initiation of proper treatment is essential for both. CB should be diluted as soon as possible, preferably with a neutralizing solution. Treatment of systemic hypothermia comes before management of peripheral frostbite. Frostbites involve thawing in warm water, followed by vasodilation, thrombolysis and amputation if indicated.

REFERENCER

1. Herndon DN, ed. Total burn care. 4th ed. Saunders Elsevier, 2012.
2. Lee K, Joory K, Moiemien N. History of burns: the past, present and the future. *Burns Trauma*. 2014;2(4):169-80.
3. Jeschke MG, Pinto R, Kraft R et al. Morbidity and survival probability in burn patients in modern burn care. *Crit Care Med*. 2015;43(4):808-15.

4. O'Keefe GE, Hunt JL, Purdue GF. An evaluation of risk factors for mortality after burn trauma and the identification of gender-dependent differences in outcomes. *J Am Coll Surg.* 2001;192(2):153-60.
5. Karimi K, Faraklas I, Lewis G et al. Increased mortality in women: sex differences in burn outcomes. *Burns Trauma.* 2017;5:18.
6. Tracy LM, McInnes J, Gong J et al. *Burns Registry of Australia and New Zealand 8th Annual Report.* Monash University, Melbourne 2017.
7. Ætsning eller kemisk forbrænding. <http://brandsaar.dk/aetsninger/> (31. jan 2021).
8. Singer AJ, Taira BR, Thode HC et al. The association between hypothermia, prehospital cooling, and mortality in burn victims. *Acad Emerg Med.* 2010;17(4):456-9.
9. Weaver MD, Rittenberger JC, Patterson PD et al. Risk factors for hypothermia in EMS-treated burn patients. *Prehosp Emerg Care.* 2014;18(3):335-41.
10. Lewis CJ, Al-Mousawi A, Jha A, Allison KP. Is it time for a change in the approach to chemical burns?. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg.* 2017;70(5):563-7.
11. Zack-Williams SDL, Ahmad Z, Moiemens NS. The clinical efficacy of Diphoterine in the management of cutaneous chemical burns: a 2-year evaluation study. *Ann Burns Fire Disasters.* 2015;28(1):9-12.
12. Norheim AJ, Borud EK. Frostskaeder i Forsvaret. *Tidsskr Nor Laegeforen.* 2018;138(14).
13. Lindford A, Valtonen J, Hult M et al. The evolution of the Helsinki frostbite management protocol. *Burns.* 2017;43(7):1455-63.
14. Cauchy E, Chetaille E, Marchand V et al. Retrospective study of 70 cases of severe frostbite lesions: a proposed new classification scheme. *Wilderness Environ Med.* 2001;12(4):248-55.
15. Knapik JJ, Reynolds KL, Castellani JW. Frostbite: pathophysiology, epidemiology, diagnosis, treatment, and prevention. *J Spec Oper Med.* 2020;20(4):123-35.
16. Soar J, Perkins GD, Abbas G et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 8. Cardiac arrest in special circumstances: Electrolyte abnormalities, poisoning, drowning, accidental hypothermia, hyperthermia, asthma, anaphylaxis, cardiac surgery, trauma, pregnancy, electrocution. *Resuscitation.* 2010;81(10):1400-33.
17. Kjærgaard B, Rudolph SF, Lucas A et al. Behandling af den hypoterme patient. *Ugeskr Læger* 2008;170(23):2005-10.
18. Handford C, Buxton P, Russell K et al. Frostbite: a practical approach to hospital management. *Extreme Physiol Med.* 2014;3:7.
19. Lindford A, Valtonen J, Hult M et al. The evolution of the Helsinki frostbite management protocol. *Burns.* 2017;43(7):1455-63.
20. Cauchy E, Cheguillaume B, Chetaille E. A controlled trial of a prostacyclin and rt-PA in the treatment of severe frostbite. *N Engl J Med.* 2011;364(2):189-90.