

ABC OM

Förfrysningsskador

De flesta läkare kommer endast att träffa någon enstaka patient med kylskada under sin karriär. Nya behandlingsmetoder har dock utvecklats som kan göra stor skillnad för den drabbade. Att känna till dessa möjliggör rätt vård på rätt plats under de första kritiska dygnet. Vården bör då vara mycket aktiv och involvera fleralet specialiteter. I det senare skedet, under veckor-månader, bör handläggningen vara uttalat konservativ.

Begreppet kylskador omfattar hypotermi, förfrysningsskada och KFI-skada (kyl-, fukt- och immobiliseringsskada) [1]. Denna artikel beskriver specifikt förfrysningsskador. Dessa uppstår när hudtemperaturen når cirka -3 °C tillräckligt länge för att iskristaller ska bildas i vävnaden [2]. Den ytliga formen med en vit fläck, ofta i ansiktet, är vanligt förekommande vintertid. Den allvarligare djupa formen med blåsbildning och ischemi är ovanligare och kan leda till amputationer och livslånga men [3].

Förfrysningsskador förekommer förhållandevis ofta i arbetslivet inom gasindustri, jordbruk, rennärning och byggnadsarbete, men inte sällan även under fritidsaktiviteter [4]. Generellt drabbas främst ansikte, händer och fötter [5-10]. Skador i ansiktet är som regel lindriga. Skadorna på händer och fötter är ofta allvarligare, med åtföljande behov av sjukhusvård [7]. Djupa skador riskerar att leda till amputationer med uttalad morbiditet [5]. I allvarigare fall finns också risk för artros, och hos barn även tillväxtstörningar [11]. Långvariga sekvele med ökad känslighet för kyla, kronisk smärta och neuropatier är vanliga [9, 11].

RISKFAKTORER

Exponering för kyla med omgivningstemperatur under 0 °C, vind, väta och inte minst exponeringstiden avgör hur snabbt eller långsamt en förfrysningsskada utvecklas. Omgivningstemperaturer ned till -10 °C innebär generellt låg risk, medan risken ökar i kombination med högre vindhastigheter. Under -25 °C finns en uttalad risk även vid låga vindhastigheter [2, 3]. Direktkontakt med kalla ytor, speciellt metaller, eller vätskor och kondenserande gaser kan snabbt orsaka skador då de effektivt leder bort värme och därigenom sänker hudtemperaturen [12].

Tillstånd associerade med ökad risk för förfrysningsskador är demens, psykiska sjukdomar inklusive substansbrukssyndrom, Raynauds fenomen, hjärtsvikt, diabetes, angina pectoris, stroke och inte minst tidigare förfrysningsskada [4, 5, 8, 13-16]. Rökning och nikotinbruk verkar intressant nog inte innebära en riskökning [9, 14]. Hemlöshet ökar risken för förfrysningsskador och även inläggning på sjukhus och senare behov av amputation [13, 17]. Nyliga studier lärmar om förfrysningsskador i samband med bruk av lustgas som rekreativ drog. Skadorna orsakas både av manövrering av lustgastankar av stål, som blir mycket kalla, och inhalation av kalla gaser. Förfrys-

Cathrine Gennert Jakobsson, ST-läkare, avdelningen för ortopedi, Norra Älvsborgs läns sjukhus, Trollhättan
 ● cathrine-91@hotmail.com

Helge Brändström, med dr, överläkare, institutionen för kirurgisk och perioperativ vetenskap, anesthesiologi och intensivvård, Norrlands universitetssjukhus, Umeå

Maria Truedson, överläkare, interventionsradiolog, avdelningen för bild- och funktionsmedicin, Norrlands universitetssjukhus, Umeå

Henrik Hedelin, med dr, överläkare, avdelningen för ortopedi, Norra Älvsborgs läns sjukhus, Trollhättan



Grad 1 av förfrysningsskada.

Foto: Christopher H E Imray, UHCW Hospital, Coventry



Grad 2 av förfrysningsskada.

Foto: Britta Johansson Norgren



Grad 3 av förfrysningsskada.

Foto: Christopher H E Imray, UHCW Hospital, Coventry



Grad 4 av förfrysningsskada.

Foto: Östersunds sjukhus

MEDICINENS ABC

● Medicinens ABC är en artikelserie där läkare under utbildning tillsammans med handledare beskriver vanliga sjukdomstillstånd, procedurer eller behandlingar som en nybliven specialist ska kunna handlägga självständigt.

Artiklarna ska ge praktisk handledning inom ett avgränsat område.

● Kontakta Lena Marions (lena.marions@lakartidningen.se) för diskussion av valt ämne och upplägg innan skrivandet börjar.

ningsskadorna ses företrädesvis på lårens insida, händer, läppar samt i övre luftvägarna och övre matsmältningsskanalen [18-21].

PATOFYSIOLOGI

Förfrysningsskadan indelas i fyra faser: pre-frysningssfas, frysning-upptiningsfas, stasfas och ischémifas. Under pre-frysningssfasen uppträder vasokonstriktion och ischëmi. I påföljande frysning-upptiningsfas bildas iskristaller [22]. Iskristallbildningen startar vid hudtemperatur under $-0,55^{\circ}\text{C}$ och accelererar snabbt när temperaturen sjunker till cirka -3°C eller därunder [2, 23]. Extracellulär isbildning ökar den osmotiska gradienten och leder till cellskrumpling. Intracellulär iskristallbildning orsakar proteinoch lipidiskador som gör att cellerna lyserar och dör. När kylexponeringen avbryts går skadan in i stasfas. Endotelskador i kapillärer uppstår då med vätskeutträde och ödembildning. Mikroembolier och koagler bildas, flödet förlångsammats och stas uppstår. Under ischémifasen progredierar skadan i en kaskad av händelser med tilltagande mikroembolier i kapillärnätet, trombotisering av större kärl, upphört flöde i vävnaderna, bildning av fria syreradikaler och produktion av inflammatoriska mediatorer [24]. Sammantaget uppstår en reperfusionsskada [25]. Kännedom om patofysiologin är nyckeln till förståelse av behandlingen med antiinflammatoriska läkemedel, vasodilaterare och trombolys.

KLINISK UNDERSÖKNING OCH STATUS

Symtom

Initialt upplevs en mer eller mindre uttalad brännande smärta. Huden blir först vit. Skadan är då ytlig och lätt att åtgärda med uppvärmning. Om exponeringen tillåts fortsätta utan åtgärd går förfrysningen djupare ned i vävnaden och smärtan övergår i domningskänsla för att sedan helt försvinna.

Kliniska tecken och anamnes

I tidigt skede ser skadan oftast bedrägligt oskyldig ut, mestadels som en vit fläck. När skadan går från lindrig till djup förändras färgen till gult vaxartad för att sedan bli blåaktig. Vid uppvärmning rodnar huden och övergår ofta till en djupt rödlila färg, förutsatt kvarvarande cirkulation, medan den verkliga omfattningen med blåsor och/eller ischëmi ses först timmar till dagar efter uppvärmningen.

Vid anamnesupptagande ska alltid omgivningstemperatur och duration av kylexponeringen efterfrågas. Inspektera och bedöm skadans utbredning och utseende [26]. Undersök sensorik, perifera pulsar samt eventuell påverkan på muskulatur, leder och skelett [27]. Fotografera skadan vid ankomst och efter uppvärmning, och sänd vid behov bilderna till specialist för konsultation [28].

Klassifikation

Det är först efter uppvärmning/upptining som skadans djup och utbredning kan värderas adekvat [26, 29]. Förfrysningsskador delas klassiskt in i fyra grupper baserat på allvarlighetsgrad, där grad 1-2 definieras som ytliga och grad 3-4 som djupa [30]. En annan användbar klassificering, enligt Cauchy, baseras i stället på utbredning av den blåliga missfärgning som ses

GRADERING AV FÖRFrysNINGSSKADOR

Grad	Fynd
Grad 1 Ytlig hudskada	Före uppvärmning är huden vit och saknar känsel. Efter uppvärmning kvarstår under kortare tid (timmar-dagar) domning, hyperemi och omgivande rodnad. Inga blåsor, ingen nekros. Inte sällan fjällar huden 5-10 dagar senare.
Grad 2 Fullhudsskada	Erytem, ödem och blåsor med klart innehåll uppstår några timmar efter uppvärmning. Efter 1-3 veckor bildas en svart gangränös sårskorpa, medan det oftast finns viabel vävnad på djupet.
Grad 3 Fullhudsskada som går ned i subcutis	Ofta blågrå missfärgning och nekros av huden. Blåsor med gult, mjölkaktigt eller blodigt innehåll (hemorragiska blåsor) uppstår några timmar efter uppvärmning. Efter 1-3 veckor ses en svart gangränös sårskorpa.
Grad 4 Fullhudsskada med engagemang av muskler, senor, brosk eller benvävnad	Huden fläckigt missfärgad, djupröd eller blåcyanotisk efter uppvärmning. Skadan är oftast en kombination av grad 3 och 4 med proximala hemorragiska blåsor, medan det distalt saknas blåsor. Efter dagar-veckor blir huden torr, svart och mumifierad och efter ytterligare tid, veckor-månader, ses en demarkering mellan vital och död vävnad. I slutstadiet finns inte sällan risk för amputation med förlust av fingrar, tår eller, i mer omfattande fall, händer eller fötter.

Klassisk gradering av förfrysningsskador med karakteristiska fynd [29, 52]. Se exempelbilder på föregående sida för de olika graderna av förfrysningsskada.

»Kännedom om patofysiologin är nyckeln till förståelse av behandlingen med antiinflammatoriska läkemedel, vasodilaterare och trombolys.«

KLASSIFICERING EFTER CYANOS

Grad	Nivå av cyanos direkt efter uppvärmning	Risk för amputation av skelett
● Första graden	Ingen cyanos	Obefintlig
● Andra graden	Cyanos på distala falangen	Moderat
● Tredje graden	Cyanos på mellan- och proximala falangen	Hög
● Fjärde graden	Cyanos proximalt om metakarpal- eller metatarsalleden	Mycket hög

Klassifikation där det kliniska utseendet direkt efter uppvärmning relateras till risk för amputation i hand eller fot. Modifierad efter Cauchy et al 2001 samt Cauchy et al 2016 [30, 31].

»Det är först efter uppvärmning/upptining som skadans djup och utbredning kan värderas adekvat ...«

omedelbart efter uppvärmning. Den klassificeringen ger en tidig uppfattning om risk för nekros och amputation och kan ge god vägledning vid val av behandlingsmetod [30, 31].

Radiologiska undersökningar

Slätröntgen är ofta första undersökning vid förfrysningsskador för översikt av skelett och mjukdelar och diagnostisering av eventuell fraktur [32]. Större fraktur kan utgöra en kontraindikation för trombolys [33].

Konventionell angiografi ger en detaljerad kartläggning av extremitetsartärerna inklusive eventuell trombosförekomst och bör övervägas vid förfrysningsskada grad 3-4 som skett inom 24 timmar. Metoden möjliggör samtidig intraarteriell trombolys [32, 33].

DT-angiografi kan i brist på konventionell angiografi övervägas vid förfrysningsskada grad 2-4 för utvärdering av distal ocklusion i aktuellt artärträd [33].

MR-angiografi är inte förstahandsmetod i det akuta skedet, även om den kan ge god information om utbredning, genomblödning och eventuell distal ocklusion och kan avgränsa ischemisk vävnad mot frisk vävnad [24].

Skelettskintigrafi (teknetiumskintigrafi, trippelfas) ger god information om både makro- och mikrovaskulär perfusion i vävnaderna, inklusive skelettet. Undersökningen bör utföras först 2-4 dagar efter skadan då den i akutskedet är mindre tillförlitlig [34-36]. Metoden kan bidra till prognosbedömningen efter genomgången trombolys, eventuellt i kombination med SPECT-DT för en mer exakt anatomisk kartläggning [37].

BEHANDLING

I fält

För den skadade i skydd. Värm det skadade området med en varm hand eller, om det gäller en extremitet, i en kamrats varma armhåla eller ljumske. Ta bort ringar och åtsnörande föremål och byt våta kläder till torra. Massera eller belasta inte en förfroren kroppsdelen, då det riskerar att förvärra skadan.

Om färg och känsel inte återvänder inom 30 minuter betecknas skadan som djup och ska behandlas inom sjukvård. Antiinflammatoriska läkemedel i form av ibuprofen kan ges redan i fält. Värdera skyndsamt om definitiv uppvärmning kan ske på plats. Kom ihåg att återförfrysning med förnyad upptining ökar inflammationen och ska till varje pris undvikas [38].

Inom sjukvården

Definitiv behandling måste påbörjas tidigt. Förfrysningsskador grad 1 behöver inte radiologisk utredning eller sjukhusvård utan kan följas inom primärvård. Skador grad 2 bör remitteras till sjukhus för bedömning. Grad 3-4 ska bedömas på sjukhus och skyndsamt genomgå radiologisk utredning [28].

INITIAL BEHANDLING

Uppvärmning

Vid ankomst till sjukhus har de flesta skador tinat; om inte är uppvärmning första åtgärd. Uppvärmning görs i vattenbad med cirkulerande vatten med temperatu-

FALLBESKRIVNING

La Diagonela i sydöstra Schweiz är ett av långloppen i »Ski Classics«. I januari 2021 drabbades många av förfrysningsskador under den 60 km långa tävlingen. Britta Johansson Norgren, en av världens bästa långloppsåkare, var en av dem.

»Väderprognosen var ursprungligen -15 till -20 °C längs banan, men på väg till start var den lägsta temperatur som uppmättes oroande -33 °C. Under större delen av tävlingen varierade temperaturen mellan -20 och -25 °C. Banan går delvis längs en bäck med öppet vatten där dimman låg tät, och det var råfuktigt och väldigt kallt. Jag har aldrig åkt ett lopp som varit så kallt under så lång tid, runt 3 timmar.

Jag kommer ihåg att jag frös om fötterna under uppvärmningen och satte därför i engångsvärmarer i pjäxorna och försökte röra på tårna i början av loppet, men jag har därefter inget minne av att jag frös om fötterna, däremot om kroppen och händerna.

När jag kom in mål sa jag att jag konstigt nog inte frusit om fötterna, vilket jag brukar göra. När jag tog av mig strumporna var tårna helt vita. Jag satt en bra stund med fötterna invirade i en filt innan jag hoppade in i duschen och försökte värma upp dem. Det gjorde ont, men inte värre än vad det brukar göra när fötterna blivit kalla och värms upp. Några timmar senare började det komma blåsor.

Jag förstod inte då hur allvarliga skadorna var; först nästa morgon då blåsorna växte sig allt större och jag bara kunde gå på hämlarna sökte jag akutsjukvård i Italien där de tog hål på blåsorna och bandagerade fötterna.

Jag fick stelkrampsspruta och antibiotika, och kunde efter 8 dagar få på mig skor och gå så pass att jag kunde ta mig hem till Sverige.

Efter några veckor tappade jag alla tånaglar. Båda stortånaglarna drabbades senare av nagelsvamp. Jag hade fram till juli (6 månader senare) värk i stortårna på båda fötterna och var känslig för kyla. Jag har i dag inga större bestående men, men undviker att utsätta fötterna för kyla och använder alltid varma skor/värmestrumpor.»



Foto: Carl Sandin/Bildbyrå



Fötternas utseende strax efter loppet.



Några timmar efter loppet ses blåsbildning.



Morgonen efter loppet ses progress av blåsorna.



Tre veckor efter skadan, på bilden ses tappade stortånaglar.

Foton: Britta Johansson Norgren

ren 37–39 °C till dess att vävnaden är mjuk och rörlig mot underliggande vävnad samt har fått en rödaktig färg. Beräknad tidsåtgång är cirka 30–60 minuter [28, 38], men längre vid mer uttalade skador [39]. Vattentemperatur över 42 °C riskerar att leda till brännskador [3]. Uppvärmningen kan vara mycket smärtsam, varför opioidpreparat ofta är nödvändigt [28, 38]. Lindrig hypotermi kan behandlas samtidigt med förfrysningsskada, medan måttlig-svår hypotermi ska åtgärdas först, till en kroppstemperatur på minst 34 °C [38]. Vid samtidig hypotermi, kontakta omgående anestesilog för ställningstagande till intensivvård och val av metod för uppvärmning.

Initial sårvård

Det saknas vetenskaplig evidens för hur blåsor ska behandlas. Åsikterna går isär om huruvida de ska tömmas eller inte. Blåsor med klar vätska bör sannolikt tömmas med nålaspiration, medan blodfyllda blåsor kan lämnas intakta [28, 38, 40]. Grumligt innehåll i blåsorna kan vara tecken på infektion, och om så är fallet bör de tömmas. Blåsor över leder kan hämma rörligheten och bör därför tömmas. För omläggning föreslås en silikon- eller salvkompess som inte fastnar i sår-ytan tillsammans med ett absorberande skumförband [28]. Lägg därefter om med torra och fluffiga kompresser. Linda inte för hårt vid cirkumferenta omläggningar då kroppsdelarna ofta svullnar [38]. Återkommande hand- eller fotbad med mild antiseptisk lösning rekommenderas. Det är av stor vikt att det nekrotiska området däremellan hålls torrt.

DEFINITIV BEHANDLING PÅ SJUKHUS

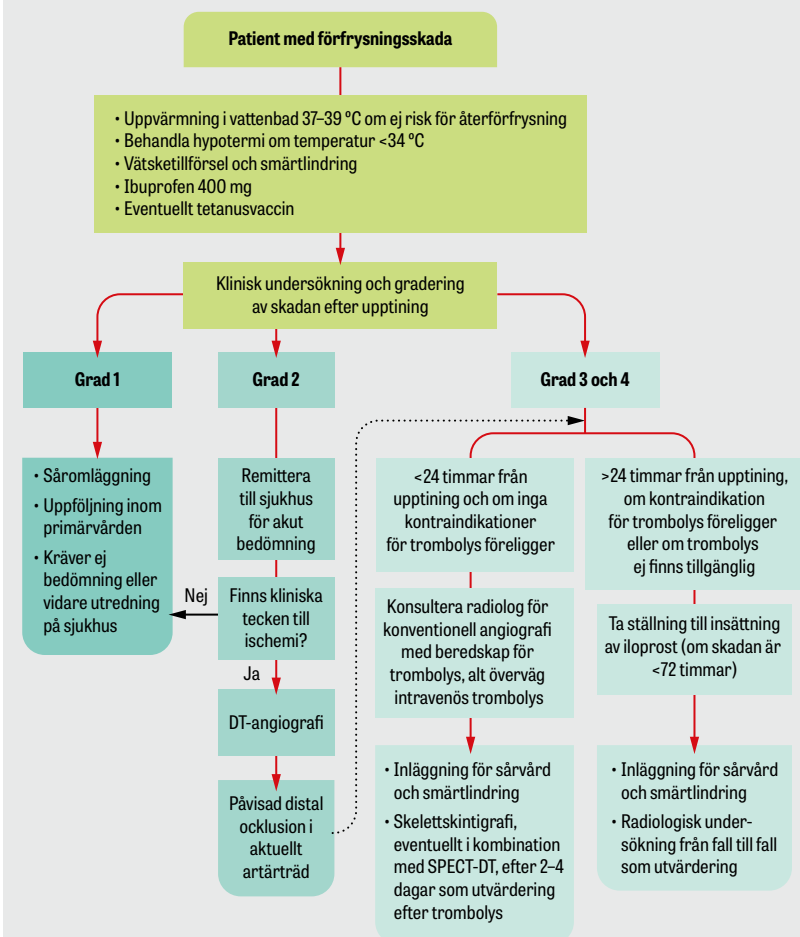
Engagera berörda specialister tidigt i förloppet. Radiolog och kärlkirurg kan bidra vid val av diagnostik och behandlingsmetod. Beroende på skadans djup och utbredning kan ortoped och hand- och plastikkirurg involveras, och vid samtidig hypotermi även anestesilog. På mindre sjukhus är det klokt att tidigt ta kontakt med experter inom till exempel hand- och plastikkirurgi, brännskador eller ortopedi beroende på typ av skada och omfattning.

Läkemedel

NSAID. Antiinflammatoriska läkemedel (NSAID) hämmar den inflammation som uppstår vid upptining, och kan ges på vida indikationer [28, 38]. Direkt efter att skadan har konstaterats kan man påbörja behandling med ibuprofen 400 mg × 3 i 5–8 dagar, som efter behov kan förlängas upp till 4–6 veckor. Kontraindikationerna är desamma som vid annan kortvarig NSAID-behandling.

Iloprost. Iloprost, en syntetisk prostaglandinanalogue, är en kraftfull vasodilatator som även hämmar trombocyttaggregation [41]. Behandling med iloprost har visats minska behovet av amputation [41–43] och rekommenderas vid skador grad 3–4 på indikationen amputationsrisk [38, 41, 44]. Iloprost bör övervägas om patienten har kontraindikationer för trombolys eller om angiografi inte finns att tillgå, som ofta är fallet på mindre sjukhus. Biverkningarna är få. Behandlingen kan ges direkt efter uppvärmning och upp till 72 timmar efter slutförd upptining. Behandlingstiden är 5–8 dagar, och utsättning värderas utifrån reperfu-

Omhändertagande vid förfrysningsskada



► Flödesschema som illustrerar omhändertagandet av de olika graderna av förfrysningsskada. Modifierat efter Lee et al [33], Handford et al [28] samt Gao et al [24].

TROMBOLYS

Teknik vid konventionell angiografi/intraarteriell trombolys och intravenös trombolys [33]:

- Access via a femoralis, alternativt a brachialis för angiografi. Flera ingångsställen kan erfordras beroende på antalet angräpnade extremiteter. Använd ändhålskateter storlek 4–5 Fr med positionering i nedre a brachialis/övre a poplitea. Vid fynd av trombos påbörjas trombolys omgående med vävnadsplasminogenaktivator (tPA) i bolusdos 4–16 mg följt av infusion 0,25–2 mg/timme; varierande dos beroende på antalet afficerade extremiteter. Dosen fördelas dem emellan. Fortsatt förfarande enligt rutin vid intraarteriell trombolys. Behandling till dess att fullständig lysis inträtt, vanligtvis inte längre än 48 timmar.
- Vid intravenös trombolys ges tPA med 0,15 mg/kg i bolusdos följt av infusion 0,15 mg/kg/tim i 6 timmar upp till totalt 100 mg kombinerat med heparin/lågmo-lekylärt heparin som ges under 3–5 dygn.
- Kontroll med trippelfas skelettskintigrafi inom 48–72 timmar.

sionsgrad med stöd av exempelvis trippelfas skintigrafi [38]. Iloprost ges intravenöst via infusionspump och doseras efter kroppsvikt [45]. Ökad blödningrisk, exempelvis vid samtidigt stort trauma, är en kontraindikation [45, 46].

Antibiotika och tetanusvaccin. Antibiotika bör inte sättas in som rutin, utan först vid tydliga infektionstecken [38]. De flesta förfrysningsskador läker med torra nekroser utan infektion. Förfrysningsskador i sig ger sällan upphov till tetanusinfektion, men vaccinationsstatus bör likafullt alltid verifieras [28].

Trombolys. Vid djupa skador med stor risk för amputation, exempelvis utbredning till minst proximal interfalangeal på fingrar eller tår, och med bekräftad nedsatt perfusion vid undersökning med konventionell angiografi eller DT-angiografi, bör skyndsamt behandling med trombolys övervägas [33, 38]. Metoden kan erbjudas vid samtliga universitetssjukhus samt flertalet länssjukhus där kärlintervention bedrivs. Trombolys som påbörjas inom 24 timmar efter upptinande minskar avsevärt behovet av amputation [33, 38, 47-49]. Vävnadsplasminogenaktivator (tPA) ges intraarteriellt vid tillgång till angiografi/kärlinterventionist, annars intravenöst [33, 38]. Kontraindikationerna för trombolys vid förfrysningsskador är desamma som vid andra indikationer. Risken för allvarlig blödning vid trombolys av förfrysningsskador är låg [48]. Värdering av risk-nytta, kontraindikationer och behandlingsbeslut görs i samråd mellan ansvarig kliniker och interventionsradiolog.

FORTSATT BEHANDLING

Fasciotomi

Vid upptinande och reperfusion av vävnaderna finns risk för ödem och kompartmentsyndrom, varför behov av fasciotomi kan uppstå. Detta är dock svårvärderat då vävnaden är atypisk, varför bedömning bör göras av en erfaren ortoped. Incisioner i nyligen förfrusen och upptinad vävnad ger ofta svårläkta sår [50].

Smärtbehandling

Förfrysningsskador leder ofta till svårbehandlad långvarig smärta [25]. Risken för att utveckla smärtsyndrom är inte obetydlig, och tidigt insatta åtgärder är därför av vikt. Långvarig opioidbehandling bör undvikas, medan pregabalin eller gabapentin kan ha god effekt.

Kirurgi

Förfrysningsskador läker som regel med torra nekroser. Svart, »mumifierad« hud kan te sig demarikerad redan efter någon vecka, medan underliggande vävnad mycket väl kan vara viabel. Vid distala förfrysningsskador kan man välja att invänta spontan amputation, men vid behov av mjukdelstäckning krävs kirurgi. Tidig kirurgi riskerar att leda till onödigt hög amputationsnivå. Ett par månaders aktiv expektans kan visa på en förvånansvärt förbättrad bild, och när väl demarkationen är färdig syns ofta en tydlig linje där en »avsnörning« av vävnaden ger gräns för kirurgi mot viabel vävnad [25, 38, 51].

I sällsynta fall där nekrosen uppvisar infektionstecken bör odling och antibiotikabehandling övervägas. Försiktig debridering kan sedan utföras, ofta med

blockad av fot, hand eller finger. Vid mycket sällsynta fall av djupare infektion eller sepsis kan akut amputation krävas.

Tekniken vid amputation beror på lokalisation. Amputationer på tår eller fingrar läker ofta utan lambåer eller rekonstruktion. Vid förfrysning av hand eller trampdyna på foten bör kontakt tas med plastikkirurg för samarbete vid val av lösning med till exempel hudtransplantation eller lokala lambåer [25]. ○

- Christopher H E Imray och Britta Johansson Norgren har bidragit med bilder.
- Potentiella bindningar eller jävsförhållanden: Inga uppgivna.

Citera som: *Läkartidningen*. 2025;122:24111

KONSENSUS

De flesta är ense om att

- drabbad kroppsdel ska värmas upp i 37–39°C vattenbad
- återfrysning förvärrar skadan och ska undvikas
- tidig korrekt gradering utgör grunden för behandlingsval
- förfrysningsskador grad 2–4 ska bedömas på sjukhus
- trombolys inom 24 timmar vid förfrysningsskador grad 3–4 ger god effekt
- iloprost vid förfrysningsskador grad 3–4 inom 72 timmar, som ej behandlas med trombolys, ger god effekt
- amputation som regel ska skjutas upp till dess att definitivt demarkering är etablerad.

Åsikterna går isär vad gäller

- evidens för NSAID
- om huruvida blåsor bör punkteras eller lämnas intakta
- omläggningsmetoder och topikala behandlingar
- indikation för antibiotika i profylaktiskt syfte
- om skintigrafi eller andra metoder som värderar cirkulationen kan möjliggöra tidigare kirurgi/amputation.

SUMMARY

Treatment of freezing cold injuries

The keys to successful treatment of freezing cold injuries are proper recognition and grading of the injury, followed by appropriate treatment within the first 24 hours. In the latter stages, challenges remain but are less time sensitive. The thawing process, in a water bath with a temperature of 37–39°C, is painful and requires ambitious pain relief. Thawing initiates an inflammation cascade at the cellular level resulting in micro embolies disrupting the micro-circulation. This mechanism explains why more severe frostbite injuries can be successfully treated with thrombolytic therapy and drugs such as iloprost and NSAID. These treatments must, for the same reason, be initiated within the first days after thawing. Imaging methods such as angiography, CT or bone scintigraphy give valuable added information to complement clinical examination after thawing. Proper wound care is of essence and aggressive surgery, such as amputation, should be postponed until definite clinical demarcation of necrosis is established.

REFERENSER

- Haman F, Souza SCS, Castellani JW, et al. Human vulnerability and variability in the cold: establishing individual risks for cold weather injuries. *Temperature (Austin)*. 2022;9(2):158-95.
- Danielsson U. Wind-chill and the risk of tissue freezing. *J Appl Physiol* (1985). 1996;81(6):2666-73.
- Freer L, Handford C, Imray CHE. Frostbite. Auerbach PS, Cushing TA, Harris NS (editors). Auerbach's Wilderness medicine. 7th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2017. p. 197-222.e4.
- Ikäheimo TM, Hassi J. Frostbites in circumpolar areas. *Glob Health Action*. Epub 10 okt 2011. 10.3402/gha.v4i0.8456.
- Brändström H, Johansson G, Giesbrecht GG, et al. Accidental cold-related injury leading to hospitalization in northern Sweden: an eight-year retrospective analysis. *Scandinavian J Trauma Resusc Emerg Med*. 2014;22:6.
- Ervasti O, Juopperi K, Kettunen P, et al. The occurrence of frostbite and its risk factors in young men. *Int J Circumpolar Health*. 2004;63(1):71-80.
- Hassi J, Mäkinen TM. Frostbite: occurrence, risk factors and consequences. *Int J Circumpolar Health*. 2000;59(2):92-8.
- Moen K, Stjernbrandt A. A prospective study on local cold injuries in northern Sweden. *Int J Circumpolar Health*. 2022;81(1):2149381.
- Steinberg T, Kristoffersen A, Bjerkan G, et al. Freezing cold injuries among soldiers in the Norwegian Armed Forces - a cross sectional study. *Int J Circumpolar Health*. 2023;82(1):2227344.
- Valnicek SM, Chasmar LR, Clapson JB. Frostbite in the prairies: a 12-year review. *Plast Reconstr Surg*. 1993;92(4):633-41.
- Regli IB, Strapazon G, Falla M, et al. Long-term sequelae of frostbite - a scoping review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(18):9655.
- Geng Q, Holmér I, Hartog DEA, et al. Temperature limit values for touching cold surfaces with the fingertip. *Ann Occup Hyg*. 2006;50(8):851-62.
- Endorf FW, Nygaard RM. Social determinants of poor outcomes following frostbite injury: a study of the National Inpatient Sample. *J Burn Care Res*. 2021;42(6):1261-5.
- Mäkinen TM, Jokelainen J, Näyhä S, et al. Occurrence of frostbite in the general population - work-related and individual factors. *Scand J Work Environ Health*. 2009;35(5):384-93.
- Stjernbrandt A, Björ B, Andersson M, et al. Neurovascular hand symptoms in relation to cold exposure in northern Sweden: a population-based study. *Int Arch Occup Environ Health*. 2017;90(7):587-95.
- Zhao JC, Fan X, Yu JA, et al. Deep frostbite: clinical characteristics and outcomes in northeastern China. *J Tissue Viability*. 2020;29(2):110-5.
- Endorf FW, Alapati D, Xiong Y, et al. Biopsychosocial factors associated with complications in patients with frostbite. *Medicine*. 2022;101(34):e30211.
- Baran KC, van Munster IG, Vries AM, et al. Severe nitrous-oxide frostbite injuries on the rise in the Netherlands; let's raise awareness. *Burns*. 2020;46(6):1477-9.
- Chan SA, Alfonso KP, Comer BT. Upper aerodigestive tract frostbite from inhalation of automotive nitrous oxide. *Ear Nose Throat J*. 2018;97(9):E13-4.
- Chen JHC, Eriksson S, Mohamed H, et al. Experiences of frostbite injury from recreational use of nitrous oxide canisters in a UK burn center: not a laughing matter. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2023;83:282-8.
- Quax MLJ, Van Der Steenhoven TJ, Antonius Bronkhorst MWG, et al. Frostbite injury: an unknown risk when using nitrous oxide as a party drug. *Acta Chir Belg*. 2022;122(2):140-3.
- Imray C, Grieve A, Dhillon S; Caudwell Xtreme Everest Research Group. Cold damage to the extremities: frostbite and non-freezing cold injuries. *Postgrad Med J*. 2009;85(1007):481-8.
- Keatinge WR, Cannon P. Freezing-point of human skin. *Lancet*. 1960;1(7114):11-4.
- Gao Y, Wang F, Zhou W, et al. Research progress in the pathogenic mechanisms and imaging of severe frostbite. *Eur J Radiol*. 2021;137:109605.
- Zaramo TJ, Green JK, Janis JE. Practical review of the current management of frostbite injuries. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2022;10(10):e4618.
- StatPearls; Basit H, Wallen JT, Dudley C. Frostbite. 26 jun 2023. Treasure Island, FL: StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK536914/>
- Grieve AW, Davis P, Dhillon S, et al. A clinical review of the management of frostbite. *J R Army Med Corps*. 2011;157(1):73-8.
- Handford C, Buxton P, Russell K, et al. Frostbite: a practical approach to hospital management. *Extrem Physiol Med*. 2014;3:7.
- Heil K, Thomas R, Robertson G, et al. Freezing and non-freezing cold weather injuries: a systematic review. *Br Med Bull*. 2016;117(1):79-93.
- 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.
- Cauchy E, Davis CB, Pasquier M, et al. A new proposal for management of severe frostbite in the austere environment. *Wilderness Environ Med*. 2016;27(1):92-9.
- Millet JD, Brown RK, Levi B, et al. Frostbite: spectrum of imaging findings and guidelines for management. *Radiographics*. 2016;36(7):2154-69.
- Lee J, Higgins M. What interventional radiologists need to know about managing severe frostbite: a meta-analysis of thrombolytic therapy. *AJR Am J Roentgenol*. 2020;214(4):930-7.
- Cauchy E, Chetaille E, Lefevre M, et al. The role of bone scanning in severe frostbite of the extremities: a retrospective study of 88 cases. *Eur J Nucl Med*. 2000;27(5):497-502.
- Cauchy E, Marsigny B, Allamel G, et al. The value of technetium 99 scintigraphy in the prognosis of amputation in severe frostbite injuries of the extremities: a retrospective study of 92 severe frostbite injuries. *J Hand Surg*. 2000;25(5):969-78.
- Miller BJ, Chasmar LR. Frostbite in Saskatoon: a review of 10 winters. *Can J Surg*. 1980;23(5):423-6.
- Manganaro MS, Millet JD, Brown RK, et al. The utility of bone scintigraphy with SPECT/CT in the evaluation and management of frostbite injuries. *Br J Radiol*. 2019;92(1094):20180545.
- McIntosh SE, Freer L, Grissom CK, et al. Wilderness Medical Society clinical practice guidelines for the prevention and treatment of frostbite: 2024 update. *Wilderness Environ Med*. 2024;35(2):183-97.
- McCauley RL, Hing DN, Robson MC, et al. Frostbite injuries: a rational approach based on the pathophysiology. *J Trauma*. 1983;23(2):143-7.
- Wu Y, Duff E. Management of frostbite injury in primary care. *Journal for Nurse Practitioners*. 2024;20(2):104897.
- Crooks S, Shaw BH, Andruchow JE, et al. Effectiveness of intravenous prostaglandin to reduce digital amputations from frostbite: an observational study. *CJEM*. 2022;24(6):622-9.
- Gauthier J, Morris-Janzen D, Poole A. Iloprost for the treatment of frostbite: a scoping review. *Int J Circumpolar Health*. 2023;82(1):2189552.
- Lorentzen AK, Davis C, Penninga L. Interventions for frostbite injuries. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020;(12):CD012980.
- Regli IB, Oberhammer R, Zafren K, et al. Frostbite treatment: a systematic review with meta-analyses. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2023;31(1):96.
- Fass. Iloprost. <https://www.fass.se/LIF/product?userType=0&nplid=19971219000106>
- Lowe J, Warner M. Can iloprost be used for treatment of cold weather injury at the point of wounding in a forward operating environment? A literature review. *Int J Circumpolar Health*. 2023;82(1):2210340.
- Drinane J, Heiman AJ, Ricci JA, et al. Thrombolytic salvage of the frostbitten upper extremity: a systematic review. *Hand (N Y)*. 2022;17(3):397-404.
- Murphy J, Endorf FW, Winters MK, et al. Bleeding complications in patients with severe frostbite injury. *J Burn Care Res*. 2023;44(4):745-50.
- Paine RE, Turner EN, Kloda D, et al. Protocolled thrombolytic therapy for frostbite improves phalangeal salvage rates. *Burns Trauma*. 2020;8:tkaa008.
- Mills WJ Jr. Frostbite. A discussion of the problem and a review of an Alaskan experience. *Alaska Med*. 1973;15(2):27-47.
- Coward A, Endorf FW, Nygaard RM. Revision surgery following severe frostbite injury compared to similar hand and foot burns. *J Burn Care Res*. 2022;43(5):1015-8.
- Hota P, Singh K. Management of cold injuries. *Surgical Research Updates*. 2013;1(1):20-5.