

Onderkoeling en bevroering

Auteur: Heleen J. Meijer, lid Medische Commissie NKBV

Datum: 23 oktober 2012

Onderkoeling en bevroering zijn niet exclusief voor klimmers die extreme omstandigheden opzoeken. Ook tijdens een zomerse wandeltocht kun je gevaar lopen.

Weer is een onvoorspelbare factor in de bergen. In korte tijd kan een aangenaam warm zonnetje plaats maken voor een hoosbui die gepaard gaat met een flinke temperatuurdaling. Als je daar niet op gekleed bent, krijg je het koud en kun je op den duur onderkoeld raken. Wanneer je dan ook de uitputting nabij bent of verwondingen hebt, neemt het risico op onderkoeling toe. De combinatie van heftige kou en harde wind kunnen bovendien bevroeringen veroorzaken. Het is goed je te realiseren dat je ook bevroeringen kunt oplopen terwijl je niet onderkoeld bent.

Onderkoeling

Normaal is de temperatuur van de kern van het lichaam (hersenen, hart, longen, nieren) ca. 37 °C en de temperatuur van de schil of periferie (armen, benen, huid) 33-35 °C. Het menselijk lichaam kan op verschillende manieren warmte verliezen:

- straling
- verdamping (transpiratie, ademhaling, ontlasting)
- convectie (beweging van lucht/water langs de huid)
- geleiding

De belangrijkste vorm van warmteverlies is straling. Het lichaam is warmer dan de omringende lucht en geeft de warmte af aan die lucht. In de bergen speelt convectie vaak een rol; een koude harde bergwind koelt het lichaam snel af. Ook geleiding is tijdens bergsport een niet uit te vlakken factor. Kleding wordt als gevolg van transpiratie nat en onttrekt zo warmte aan het lichaam. En hoe hoger je zit, hoe groter de verdamping.

Ten opzichte van volwassenen zijn kinderen minder goed af in de kou doordat zij relatief veel lichaamsoppervlak hebben ten opzichte van de inhoud. Daardoor verliezen ze relatief veel warmte door straling en convectie. Ook ouderen hebben meer moeite zich te weren tegen onderkoeling. Bij hen trekken de bloedvaten in de schil van het lichaam niet meer zo samen, waardoor ze meer warmte verliezen.

En dan is er nog een aantal factoren dat de vatbaarheid voor onderkoeling verhoogt:

- uitdroging, uitputting, gebrekkige conditie
- slechte isolatie, hoge luchtvochtigheid, windfactor
- letsels, bijv. breuken
- grote hoogte
- te voren bestaande ziektes zoals suikerziekte, ziekte van Raynaud, enz
- alcohol, nicotine, medicijnen, drugs

Voorkomen

Om onderkoeling te voorkomen is het belangrijk goed isolerende kleding te dragen. Kleding verwarmt je niet, maar isoleert het lichaam tegen de koude van buiten. Daarom is het zaak tijdig iets extra's aan te trekken. Als je al koude handen hebt, worden ze dus niet meer warm als je handschoenen aantrekt. Via het hoofd verliest de mens veel lichaamswarmte. Muts en capuchon zijn dus van levensbelang.

Door tijdig te eten en te drinken kun je de kans op uitputting reduceren. Bovendien produceert je lichaam warmte doordat het de voedingsstoffen moet verbranden. Warme dranken zijn een extra steuntje in de rug om het lichaam op temperatuur te houden in de kou.

Hein Daanen, hoogleraar thermofysiologie aan de Vrije Universiteit in Amsterdam adviseert om zoveel mogelijk in beweging te blijven als onderkoeling dreigt. "Je kunt beter in een traag tempo verder lopen naar een hut of schuilplaats, dan ergens uitgeput te gaan zitten wachten op hulp. Zo produceer je nog enige warmte en is de overlevingskans groter. Wie gaat zitten, raakt verder onderkoeld en wordt slaperig. Dat is een extra risico, want een slapend lichaam herverdeelt de warmte. De temperatuur in de kern zakt, terwijl de schil warmer wordt en dus gemakkelijker warmte afgeeft aan de omgeving. Daardoor koelt het lichaam snel verder af. "

Stadia onderkoeling

We spreken van onderkoeling als de kerntemperatuur van het lichaam ónder ongeveer 35 °C komt doordat het warmteverlies van het lichaam groter is dan de warmteproductie.

In de eerste fase van onderkoeling schroeft het lichaam de inwendige warmteproductie op door te bibberen. Dit afweermecanisme is bij lange blootstelling aan kou echter niet afdoende. Er ontstaat al snel een daling van de kerntemperatuur. Bij een kerntemperatuur van ca.30 °C wordt het slachtoffer bewusteloos. Onder de 28 °C kerntemperatuur kunnen er levensgevaarlijke hartritmestoornissen ontstaan.

In de praktijk worden vijf stadia van onderkoeling onderscheiden. Als onderscheidingscriteria gebruiken we de mate van bewustzijn, het al dan niet bibberen, de hartactie (=het kloppen van het hart) en de kerntemperatuur.

Stadia	Kerntemp (°C)	symptomen
1 helder bewustzijn met bibberen	35-32	het gevoel het koud te hebben, opgewonden, snelle pols, blauwe/bleke huid
2 verminderd bewustzijn zonder bibberen	32-28	slaperig, oppervlakkige en langzame ademhaling, langzame pols
3 bewusteloos	28-24	zwakke langzame pols, onregelmatige ademhaling, gevaar op hartritmestoornissen
4 schijndood	24-13,7	circulatiestilstand, het bloed wordt niet meer adequaat rondgepompt
5 dood door onderkoeling		

Het menselijk lichaam reageert op afkoeling door de warmteproductie te verhogen en/of het warmteverlies te beperken. Wanneer de kerntemperatuur onder de 24 °C daalt, falen deze mechanismen.

Reacties

Bibberen bij een kerntemperatuur van 35-32°C, wordt bij gezonde mensen de warmteproductie verhoogd bij acute blootstelling aan kou.

Kippenvel overeind zetten van de haartjes op de huid: kippenvel, beperkt warmteverlies

Vasoconstrictie samentrekken van de bloedvaatjes in de schil, beperkt warmteverlies

Hormonen verhoging van de stofwisseling/warmteproductie

Bij oudere mensen werkt het mechanisme van vasoconstrictie minder goed. Daardoor kunnen zij minder goed warmte vasthouden dan mensen tot een jaar of 50 en zijn ze dus kwetsbaarder voor onderkoeling.

Opwarmen

Zelfs in heel koud weer duurt het wel een paar uur voordat een gevaarlijk lage kerntemperatuur wordt bereikt. In die uren trekken de bloedvaatjes in armen en benen samen.

Hierdoor verplaatst zich vocht van de schil van het lichaam naar de kern. Hierdoor stroomt er meer vocht door de

nieren waardoor er meer urine wordt geproduceerd en waardoor het bloed gaat indikken. Bloed bestaat immers voor een groot deel uit vocht. Als dan het opwarmen begint en de bloedvaten in de schil weer gaan openstaan wordt het bloed herverdeeld en bestaat de kans op hartzwakke door de zogenaamde ondervulling.

Eén ding is duidelijk wat betreft opwarmen: de optimale opwarmingstechniek warmt de kern op en houdt tegelijkertijd de schil koud. Op die manier krijgt het hart genoeg bloed en kan de temperatuur van het hart zo snel mogelijk weer stijgen. Als de temperatuur van het hart onder de 28 °C daalt, ontstaan hartritmestoornissen. Dit veroorzaakt dat het bloed niet meer wordt rondgepompt, en daardoor geen zuurstof meer wordt getransporteerd. Dat kan tot de dood leiden. Het is echter goed te realiseren dat de behoefte van het lichaam aan zuurstof ook vermindert door de kou, wat kan verklaren dat in de literatuur gevallen van succesvolle opwarming bij een kerntemperatuur van onder de 20 °C zijn beschreven.

Opwarmingstechnieken

Er zijn diverse methoden om slachtoffers van onderkoeling op te warmen. Welke optimaal is, is niet bekend doordat de processen die een rol spelen bij het opwarmen nog niet geheel begrepen worden.

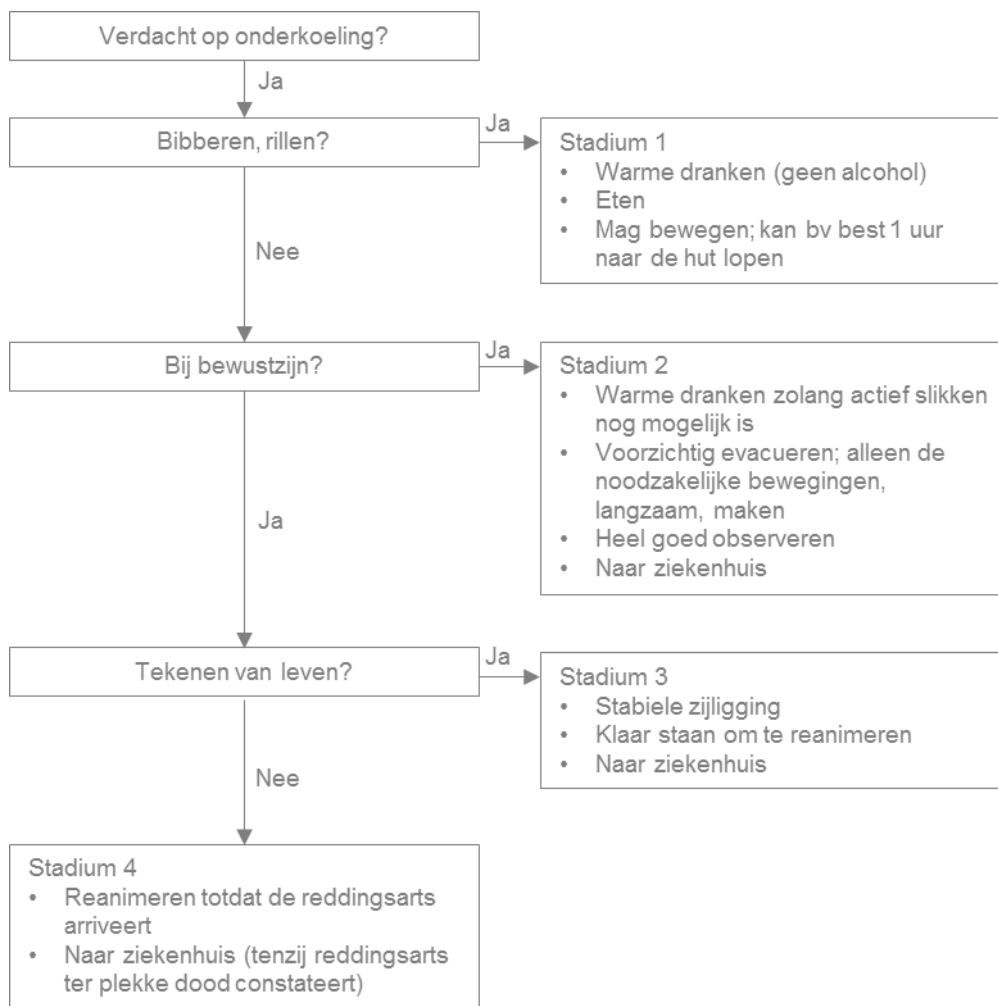
Zodra het opwarmen via de buitenkant van het menselijk lichaam wordt gestart, bijvoorbeeld met warme dekens of een warm bad, wordt altijd eerst een daling van de kerntemperatuur gezien. Deze beruchte daling staat bekend als *afterdrop* en wordt als oorzaak gezien van veel sterfgevallen tijdens het opwarmen.

Er zijn twee redenen voor deze paradoxale temperatuurdaling: een natuurkundige en een fysiologische. Zo is de kerntemperatuur nog aan het dalen wanneer het opwarmen begint; het afkoelen heeft een bepaalde reactietijd nodig die wordt bepaald door het tempo van de temperatuurdaling en de isolatie tussen de schil en de kern van het lichaam. De fysiologische component is te zien als het slachtoffer probeert op te warmen door inspanning: de temperatuur in de kern daalt dan nog sneller. Dit kan worden verklaard door de toegenomen bloeddorstoming die koud bloed uit de schil naar de kern transporteert.

In de bergen

Als een slachtoffer in de bergen onderkoeld is geraakt zijn hulpmiddelen om de lichaamskern op te warmen zelden voorhanden. Eerste actie is ervoor te zorgen dat het slachtoffer niet verder afkoelt. Bijvoorbeeld met extra kleding (van tochtgenoten) en een reddingsdeken. Natte kleren dienen te worden vervangen door droge. Indien voorhanden warme pakkingen op romp, in lies, oksel of in de nek aanbrengen; *niet* direct op de huid. Eventuele verwondingen behandelen en een reddingsteam waarschuwen.

Vervolgens moet het slachtoffer warm ingepakt vervoerd worden naar een plek waar voorzieningen zijn, zoals een hut, basiskamp of in ieder geval een beschutte plek (noodbivak). Bij een slachtoffer met verlaagd bewustzijn moet heel voorzichtig gehandeld worden om levensbedreigende hartritmestoornissen te voorkomen.



Bevriezing

Bij een dalende lichaamstemperatuur vermindert de bloeddorstrooming in handen en voeten enorm. Je zou zelfs van een fysiologische amputatie kunnen spreken. Handen en voeten lijden het meest onder de pogingen van het lichaam om warmteverlies te beperken. Koudeletsels kunnen zo gemakkelijk ontstaan, waarbij onderscheid gemaakt kan worden tussen bevroerings- en non-bevroeringsletsels. De schade die bij bevroering ontstaat, komt door de afbraak van celinhoud tijdens het opdoeien. Ook niet-onderkoelde mensen kunnen bevroeringen oplopen aan uitstekende lichaamsdelen als oren, neus, vingers en tenen.

Over de oorzaken van non-bevroeringsletsels, zoals loopgraafvoeten, wordt nog steeds gediscussieerd maar het wordt aangenomen dat de beschadiging van zenuwuiteinden daarin een belangrijke rol speelt. Non-bevroeringsletsels ontstaan na langdurige (meerdere dagen) blootstelling aan kou, die niet per se onder het vriespunt hoeft te zijn, maar wel altijd bij slachtoffers met een lage kerntemperatuur en dus een zekere mate van onderkoeling.

De factoren die de vatbaarheid voor onderkoeling vergroten spelen ook een rol bij bevroering. Bovendien zijn eerdere bevroeringen een risicofactor, evenals knellende uitrusting die de bloeddorstrooming belemmeren. Denk aan klimgordels, krappe schoenen, stijgjzerriemen, horloges, ringen. Bij kleine kinderen in een drager kunnen de beentjes bekneld raken.

Daar waar ouderen nadeel ondervinden van een geringer vermogen om de bloedvaten samen te trekken in de

schil van het lichaam, is dat een voordeel wanneer het gaat om bevroering. De doorbloeding in de schil is daardoor beter.

Symptomen van bevroering

De meest voorkomende plekken waar bevroering optreedt zijn: oren, wangen, vingers en tenen. Het weefsel wordt bleek, voelt doof aan en het gevoel wordt, zonder pijn, minder in het desbetreffende lichaamsdeel.

Gradering van bevroering

1e graads	witte huid, gevoelloos, stekende pijn bij opwarmen	opnieuw bevroeren voorkomen
2e graads	roodblauwe huidverkleuring, zwelling en blaarvorming, pijn bij opwarmen	controle door arts
3e graads	gevoelloos ook bij opwarmen, blauwzwarte huidverkleuring, afsterven van weefsel na dagen tot weken	controle door arts

Handelen bij bevroering

Wanneer je onderweg bent en het begin van bevroering bespeurt, overweeg dan om terug te gaan. Verder:

- Ga uit de wind, drink (warm, indien mogelijk)
- Doe je schoenen uit, vervang natte sokken door droge (realiseer je dat je voeten kunnen opzwellen zodat het later weer aantrekken moeilijk kan worden)
- Vervang natte handschoenen door droge
- Warm voet of hand op in oksel of lies van tochtgenoot gedurende *maximaal 10 minuten*
- Neem aspirine (dus niet Paracetamol) 500-1000mg of Ibuprofen 400-800mg om de bloeddorstrooming te bevorderen (indien geen contra-indicatie) en tegen de pijn
- Wrijf niet, ook niet met sneeuw. Dit kan weefselbeschadiging veroorzaken.
- Leg niet direct iets heets op de bevroren huid
- Indien het gevoel niet terugkomt, zo snel mogelijk naar een warme plek zien te komen en vraag om medische behandeling cq. evacuatie.
- Geef op grote hoogte extra zuurstof

Wanneer je inmiddels op een beschutte plek bent:

- doe schoenen uit, verwissel natte kleding voor droge, doe ringen af
- drink warme dranken (met of zonder alcohol).
- neem aspirine (dus niet Paracetamol) 500-1000mg of Ibuprofen 400-800mg om de bloeddorstrooming te bevorderen (indien geen contra-indicatie) en tegen de pijn.
- zorg indien mogelijk voor snelle opwarming

Snelle opwarming

- Niet wrijven
- Nooit droge warmte gebruiken zoals uit een föhn.
- Geen lichaamsdelen opwarmen als slachtoffer nog onderkoeld is
- Niet gaan opwarmen als de kans op herbevroering bestaat. Het is beter door te lopen op een bevroren voet dan op een opgewarmde voet die weer bevroert.
- Zoek zo snel mogelijk medische hulp. Als de bloeddorstrooming in een bevroren lichaamsdeel niet binnen 48 uur hersteld is, kan dat lichaamsdeel afsterven.
- Onderdompelen van het betrokken lichaamsdeel in water van 40-42°C. Begin met water van ca. 37 °C ("Baby-bad" temperatuur, check met elleboog) waaraan zo mogelijk een desinfecterend middel is toegevoegd (bijv. een paar druppels betadine jodium). Voeg hier geleidelijk heet water aan toe tot 40-42°C is bereikt (temperatuur van een heel hete maar nog te verdragen douche). Meteen onderdompelen in 42°C mag wel maar wordt vaak als té pijnlijk ervaren. Houd het water op temperatuur door voorzichtig steeds kleine beetjes heet water toe te voegen. Let op dat die scheutjes niet op het op te warmen lichaamsdeel terecht komen. Ga door met opwarmen totdat het lichaamsdeel dezelfde temperatuur heeft als de rest van het lichaam of dat de

kleur weer terug is (ca. 1 uur voor een voet). Dan heel voorzichtig droog deppen en voorzichtig een los verband (liefst steriel) aanleggen.

- Leg het lichaamsdeel hoog (mitella voor hand, voet omhoog leggen)
- Een slachtoffer kan niet meer lopen na het opwarmen van een voet.
- Er kunnen grote blaren ontstaan. Blaren niet doorprikken.

Amputatie

Amputatie van een bevroren lichaamsdeel wordt niet meer meteen gedaan. De grens van de bevroering is heel slecht vast te stellen en het risico dat dan delen die levensvatbaar zijn worden weggesneden, is voorstelbaar. De gangbare opvatting op dit moment is te wachten tot dat het afgestorven weefsel z'n verwoestende werking heeft gedaan en van zelf af valt.

Literatuur

- The medical on-site treatment of hypothermia, ICAR-Medcom recommendation; B.Durrer, H.Brugger, D.Syme; High Altitude Medicine & Biology, Vol.4, Nr.1, 2003.
- On-site treatment of frostbite for mountaineers, ICAR recommendation; D.Syme; High Altitude Medicine & Biology, Vol.3, Nr.3, 2002.
- Management of hypothermia and cold injuries; H.A.M.Daanen, IZF-TNO Soesterberg; Symposium "Bergziekte-ziek in de bergen", 14 december 1996, Diaconessenhuis Voorburg.