

Kage årsag til iltmangel og indlæggelse på hospital

Ambulance bragte en 58-årig forretningsrejsende til akutmodtagelsen med åndenød, svimmelhed og kvalme. Denne og andre cases viser, at man skal have respekt for kuldioxid.

Af Frank Huess Hedlund, Risikoekspert COWI, ekstern lektor, risikomanagement, DTU

En ambulance bragte en 58-årig mand til akutmodtagelsen (skadestuen) til behandling for alvorlig åndenød, svimmelhed og kvalme. Ved ankomsten var de fleste symptomer aftagende. Patienten oplyste, at han var kommet til byen dagen tidligere, havde tilbragt en begivenhedsløs aften på et lokalt hotel, men at symptomer med alvorlig åndenød og svimmelhed havde meldt sig, kort efter han satte sig ind i sin lejede bil.

Lægerne satte det fulde testbatteri for hjertefunktion og andet i gang, men uden at kunne komme en sandsynlig diagnose nærmere. Da en ansat på hotellet ville flytte mandens bil til et parkeringsområde, havde han bemærkelsesværdigt nok også fået symptomer med åndenød. Disse symptomer aftog hurtigt, efter han havde forladt bilen.

Lægernes opmærksomhed rettede sig herefter mod bilen snarere end mod patienten. En måling af CO gav intet unormalt resultat, men iltkoncentrationen var så lav, at den lå uden for instrumentets måleområde.

Der findes efterhånden et utal af specialiserede jobfunktioner på arbejdsmarkedet, og udviklingen lader til kun at gå i retning af yderligere specialisering. Selv i dette lys må mandens erhverv dog betegnes som ganske usædvanligt: Han var handelsrejsende i kageudsmykning. Han var kommet til byen for at præsentere sine dekorationer på en messe og havde efterladt prøver på sin kunnen i bilen natten over. De var pakket ind i tøris for at kunne holde sig [1].

Kuldioxid

Dette opklarede mysteriet. Tøris består af fast kuldioxid, som langsomt fordamper, eller mere korrekt: Sublimerer, til kuldioxid på gasform. Tørisen havde frigivet så meget kuldioxid i løbet af natten, at luften (og ilten) i bilens kabine var blevet fortrængt. Kuldioxid er uden lugt, og manden registrerede derfor ingen fare, da han satte sig ind i bilen.

Standardværker oplyser, at indånding af 7-10% kuldioxid efter nogle minutter giver hovedpine, stakåndethed, øget svedproduktion og bevidstløshed. Omtågethed, muskelkramper og bevidstløshed sætter ind efter et eller flere minutter i 10-15%



Fantasifulde kagedekorationer kan være prikken over i'et ved fejring af særlige begivenheder. Hvis de sartede kager køles med tøris for at kunne holde sig, skal der sørges for tilstrækkelig udluftning. Foto: pixabay.com.

kuldioxid. Over 15% indtræder bevidstløshed efter et minut. 30% er dødeligt selv efter kort tid.

Kuldioxid er 1,6 gange tungere end luft og kan derfor ansamlles i lavninger, i kælderhalse, brønde og den slags. Da kuldioxid kan dannes ved mikrobiologisk aktivitet, er den særlig farlig i brønde.

I områder med vulkansk aktivitet kan der frigives CO₂ fra diffuse kilder, hvilket har dræbt samlere af fugleæg, bjergvandrere, parkbetjente og andre [2].

Fysiologiske virkninger

Kuldioxid anses ofte for at være en inert gas på linje med nitrogen og argon, der betegnes som simple kvælningsgasser, fordi de kan fortrænge almindelig luft og derved fortrænge den livsnødvendige ilt. Helt inert er den dog ikke. Kuldioxid har væsentlige fysiologiske virkninger, der kommer til udtryk, længe før symptomer på simpel iltmangel ville vise sig.

En af disse virkninger er respiratorisk kompensation, idet kuldioxid opløst i blodet stimulerer åndedrætscenteret i hjernen, der giver signal til øget lungeventilation. Effekten starter ved indånding af 1-2% CO₂, og 3% anses ofte for tærskelværdi for, hvornår man bliver bevidst om en stakåndethed, at der er "noget galt" med åndedrættet. Effekten kan være meget voldsom. Ved indånding af 10% CO₂ er den normale lungeventilation ti-doblet. Det opleves som at være meget forpustet, hvilket også hæmmer evnen til at kunne tale ordentligt.

Uden at kende årsagen, for kuldioxid har ingen lugt, må oplevelsen af ekstrem stakåndethed og ikke at kunne få luft vække dyb rædsel i enhver. En simpel beregning giver, at indblanding af 10% kuldioxid i luft svarer til en iltkoncentration på 19%,

hvilket er et godt stykke over de 16% ilt, som sædvanligvis anses for grænsen, hvor symptomer på iltmangel sætter ind. Meget markante virkninger af kuldioxidforgiftning viser sig altså, længe før symptomer på egentlig iltmangel ville vise sig.

Kuldioxid har også en karudvidende virkning, særligt på blodkar i hjernen. Dette kan forklare en række andre toksikologiske virkninger, inklusiv hovedpine, omtågethed og narkose.

Slimhindeirritation

Kuldioxid er en vandopløselig gas og opløses derfor i slimhinderne og danner kulsyre, en slimhindeirritant. De fleste har oplevet en stikkende fornemmelse i næsen, hvis der kommer luft tilbage fra maven efter en kulsyreholdig drik. Da kulsyre kun er moderat opløselig i vand, skal der temmelig høje koncentrationer til, før de første symptomer på slimhindeirritation viser sig.

De øvre luftveje er innerveret af den første kranienerve, der leder lugtesansen, og den femte kranienerve (trigeminus), der leder information om slimhindeirritation. Dårligt indeklima kan komme til udtryk ved, at slimhinder i næse og hals bliver irriterede. Kuldioxid bruges på snedig vis i undersøgelser af følsomheden af trigeminalt medieret slimhindeirritation, idet gassen netop giver irritation af slimhinderne på forsøgspersonerne, men uden at de er stand til at lugte den. Undersøgelser peger på, at særligt følsomme individer kan registrere omkring 15% CO₂. Median for populationen er 28%.

Meget markante forgiftningssymptomer med anstrengt vejrtrækning, kvælningsfornemmelser og bevidstløshed indtræder således længe før, symptomer på slimhindeirritation ville virke advarende. ▶

Dräger

Overlad ikke din sikkerhed til tilfældighederne!

Dräger X-zone 5500 og X-zone COM

Dräger X-zone 5500 er en robust, vandtæt, mobil alarmstation, som sammen med Dräger-instrumenterne X-am 5000, X-am 5100 eller X-am 5600 kan måle og alarmere for op til 6 forskellige gasser. Med det nye udvidelsesmodul X-zone COM får du trådløs datatransmission ved brug af GSM netværket til email, SMS eller Cloud Service, så du kan overvåge området fra din mobiltelefon og/eller PC.



Dräger. Teknik for Livet.

For yderligere information gå til www.draeger.com eller ring på telefon 4450 0000



Forår på Mars. Efterhånden som solen får magt, bryder sandklitter langsomt frem under vinterens snedække af fast kuldioxid (tøris). De fine striber menes at være resultatet af sandskred på de stejle skråninger. Foto: NASA/JPL-Caltech/Univ. of Arizona.

Irritation af slimhinderne kan endvidere udløse trigeminalt medierede beskyttelsesreflekser: De opleves ved, at vejrtrækningen standser med et pludseligt gisp. Refleksen kommer 700-800 ms efter indånding af en kritisk koncentration af CO_2 , hvilket er tilstrækkeligt til at standse gassen, inden den når lungerne.

Ekstrem slimhindeirritation ved meget høje koncentrationer kan udløse den såkaldte Kratschmer-refleks, hvor krampes i svælg og hals helt forhindrer den irriterende gas i at nå lungerne. Så er lungerne effektivt beskyttet! Mange læsere vil straks indvende, at refleksen selv på kort sigt har væsentlige ulemper. Kratschmer-refleksen kendes også fra lægeverdenen. Det er en sjælden, men alvorlig komplikation ved operative indgreb i næse og svælg.

Kuldioxid anvendes også på slagterier til at bedøve dyrene, inden de stikkes. Slagtesvin kan ledes ned i grav med CO_2 eller gelejdes ind i en gondol, som sænkes ned i graven. Litteraturen oplyser, at svinene ved denne nedsænkning bliver oprørte, rejser hovedet og protesterer højlydt. Det er måske den meget ubehagelige slimhindeirritation, de reagerer på?

Der henvises til [3] for en mere udførlig diskussion af andre virkninger af kuldioxid ved forskellige koncentrationer.

Andre uheld

Inden orkanen Ivan ramte USA's østkyst i 2004 valgte mange af indbyggerne at forlade området. En 34-årig mand havde placeret fire blokke tøris à 25 pund (ca. 11 kg) indpakket i papir på forsædet i sin bil for at holde kabinen kølig på den lange køretur. Allerede efter få hundrede meters kørsel fik han begyndende vejrtrækningsbesvær. Fra sin mobiltelefon nåede han at ringe efter hjælp, inden han besvimede. Heldigvis blev han fundet i tide og trukket ud af bilen.

I en anden case gik en 59-årig mand ind i et fryserum, hvor der var blevet anbragt noget tøris indpakket i plastik. Der er formentlig tale om en reparatør, der var tilkaldt på grund af

fejl på fryseren. Tørisen var anbragt for at holde frostvarerne kolde, fordi fryseren ikke virkede. Men det vidste reparatøren ikke. Tyve minutter senere blev han fundet med hjertestop. Han kunne ikke genoplives. Målinger viste, at iltindholdet var 13% og kuldioxid 40%.

En kvinde blev ved en fejl lukket inde i en bankhvelving, da hun skulle anbringe nogle dokumenter i en boks. I desperation aktiverede hun brandalarmerne for at tilkalde hjælp, men udløste derved et kuldioxid brandslukningsanlæg. Brandvæsenet fandt hende død 30 minutter senere. Årsagen var kuldioxidforgiftning [1].

I forbindelse med fremstilling af is blev en større gruppe ansatte i en produktionshal udsat for meget høje koncentrationer af kuldioxid, da en ventil på et rør til en kuldioxidtank ved en fejl blevet slået åben. Der dannede sig meget hurtigt en hvid sky af kuldioxid i hele lokalet. I løbet af få sekunder blev mange overmandet af gassen, og de måtte hjælpes ud af lokalet af kolleger. Der blev sendt 25 til behandling på hospital [3].

Uheld med CO_2 brandslukningsanlæg

De i det store hele ufarlige haloner er blevet forbudt på grund af deres ødelæggende virkning på ozonlaget. Men det er ikke helt uden problemer at erstatte halon med kuldioxid. Et ældre, men ret omfattende litteraturstudie af det amerikanske EPA for perioden 1975-2000 identificerede 51 rapporterede uheld med kulsyreslukningsanlæg, der resulterede i 72 dødsfald og 145 tilskadekomne.

En helt usædvanlig hændelse i Tyskland startede ved, at der opstod en mindre brand i en stor lagerbygning, fordi noget savsmuld selvantændte. Et ikke helt hensigtsmæssigt designet brandalarmeringsanlæg udløste 50 t kuldioxid i bygningen. Det skete tidligt lørdag morgen. Kort efter gik tyverialarmen også i gang. Man mener, at en rumføler har registreret bevæ-

gelsen af den kolde sky af kuldioxid, for der var ingen til stede i bygningen. Brandfolkene var opmærksomme på faren fra kuldioxid og gik kun ind i bygningen med fuldt åndedrætsværn. Men uden for bygningen faldt brandfolk om på grund af kuldioxidforgiftning.

På den nærliggende offentlige vej fik forbipasserende alvorligt åndedrætsbesvær og nogle mistede kortvarigt bevidstheden. En forbipasserende motorcyklist mistede også bevidstheden og faldt af cyklen.

Med 14 tilskadekomne liggende på vejen uden for virksomheden blev der slået storalarm. Vejrforholdene var ugunstige for en situation med udslip af gas, det var næsten vindstille, og der var et såkaldt inversionslag, der forhindrer vertikal bevægelse og opblanding i luftsøjlen. Målinger viste, at koncentrationen af kuldioxid i terræn var 10% og i 2½ m højde var den 6,3%.

Omkringboende fik beredskabsmeddelelse om at lukke døre og vinduer og hvis muligt søge mod øvre etager. Beredskabsindsatsen var omfattende og langvarig. Den omfattede indsættelse af helikopter, som fløj langsomt og lavt over området for at sikre, at lommer af kuldioxid i lavninger i terrænet blev blæst væk. Der blev også foretaget målinger i alle kældre, før alarmer blev afblæst. I alt blev 107 personer tilset af læge, 19 blev bragt til hospital og 10 blev indlagt [3].

Trykbeholdere

Der har også været uheld med sprængning af lagertanke med CO₂. Det er helt almindelige trykbeholderulykker med trykbølge, udslyngning af fragmenter og sammenstyrtning af bygninger. Den alvorligste er formentlig i Ungarn i starten af

1970'erne med ni dræbte, hvoraf fem formentlig omkom, fordi de blev frosset ihjel af den udstrømmende kuldioxid [4]. Disse beholdersprængninger er ekstremt sjældne.

Konklusion

Faren for kuldioxidforgiftning skal tages alvorligt i lukkede rum, bygninger og andre steder med begrænset luftskifte. Der skal være særlig opmærksomhed på gasansamlinger i brønde, kælderhalse og andre lavninger.

Epilog

Indlægget er skrevet som frivilligt arbejde og har ikke modtaget nogen støtte. Jeg udtaler mig som privatperson, ikke på vegne af mine arbejdsgivere eller andre.

E-mail:

Frank Huess Hedlund: fhhe@cowi.dk

Kilder

1. Schreckengaust et al. (2015). Asphyxiation by Cake: An Interesting Case of Dyspnea. *Emergency Medicine* 46(12):558-561.
2. Benson et al. (2002). Lessons Learned from Natural and Industrial Analogues for Storage of Carbon Dioxide in Deep Geological Formations. Lawrence Berkeley, LBNL Paper LBNL-51170.
3. Hedlund FH (2012). The extreme carbon dioxide outburst at the Menzen-graben potash mine 7 July 1953. *Safety Science* 50(3):537-553.
4. Hedlund FH (2013). Past explosive outbursts of entrapped carbon dioxide in salt mines provide a new perspective on the hazards of carbon dioxide. In: *Intelligent systems and decision making for risk analysis and crisis response*. pp763-769. CRC Press.

Nyt om ...

... Makrocycliske siliciumholdige peroxider

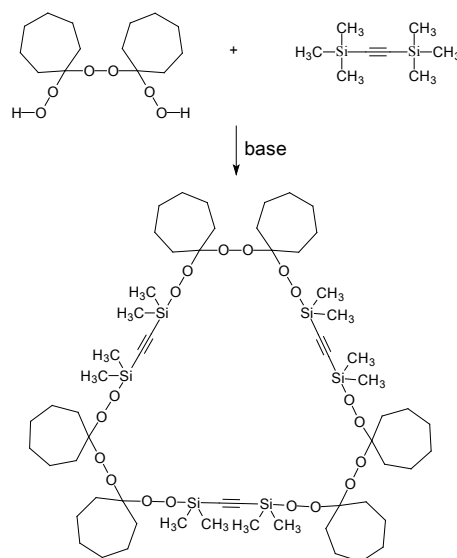


Organiske peroxider har i mere end 50 år været vidt anvendt både i laboratoriet og i industrien som oxidationsmidler, polymerisationsinitiatorer og byggestene i syntese. I nyere tid har cycliske peroxider endvidere i form af artemisinin fra kinesisk malurt tiltrukket sig opmærksomhed som anti-malariamidler. For at undersøge tilsvarende siliciumholdige peroxider omsatte russiske

forskere hydroperoxider med siliciumholdige alkyner under indvirkning af organiske baser som imidazol. Til deres overraskelse fik de ikke oligomere eller polymere produkter som ventet, men cykliske forbindelser med 2, 4 eller 6 siliciumatomer i ringen som den viste.

Carl Th.

Nature Chooses Rings: Synthesis of Silicon-Containing Macrocyclic Peroxides, *Organometallics*, 2014, 33, side 2230.



CARBOLITE
Leading Heat Technology

Furnaces & Ovens
to 3000 °C for
Laboratory and
Industrial Applications

SKANLAB

VERDER science

Kvinderupvej 30 · 3550 Slangerup · Tlf: 4738 1014 · www.retsch.dk