

# Dødelige kullosforgiftninger

## Sammendrag

**Bakgrunn.** Under hvilke omstendigheter er det særlig risiko for alvorlig kullosforgiftning, er det spesielle risikofaktorer og kan det forebygges?

**Materiale og metode.** Undersøkelsen er basert på en retrospektiv gjennomgang av rettsmedisinske obduksjonsrapporter fra Midt-Norge (1979–2000). Materialet omfatter i alt 156 personer som døde ved branner (100 personer), eller der CO-Hb-nivå var over 10 % og hadde sammenheng med suicid (51 personer), eller ulykker (5 personer). De fleste (86 %) var menn.

**Resultater.** CO-Hb-nivået ved branner viste stor spredning, medianverdien var 59 %. Samtidig alkoholpåvirkning (over 0,5‰) forekom i 90 % av tilfellene blant menn i aldersgruppen 20–50 år. Hos eldre (over 50 år) hadde 27 % av brannofrene CO-Hb-verdier under 40 %. Tidligere gjennomgått hjerteinfarkt eller alvorlig koronarisklerose ble påvist hos 90 % av eldre, med særlig lavt CO-Hb-nivå (under 30 %). Yngre menn (medianalder 34 år) utgjorde 94 % av dem som døde etter selvpåført inhalasjon av bileksos. Median CO-Hb-nivå i denne gruppen var 71 %, og 45 % hadde over 0,5‰ blod-alkohol. Ulykker skjedde ved bruk av parafinovner og engangsgrill i lukkede rom.

**Fortolkning.** For eldre, med samtidig hjertesykdom kan selv lave CO-Hb-konsentrasjoner, under 40 %, være livstruende. Alkoholpåvirkning er vanlig hos brannofre. CO-intoksikasjon er relativt hyppig selvmordsmodus, spesielt blant yngre menn. Bruk av parafin/gassovner og engangsgriller kan være risikofyllt i lukkede rom med dårlig ventilasjon.

Engelsk sammendrag finnes i artikkelen på [www.tidsskriftet.no](http://www.tidsskriftet.no)

**Frode Engtrø  
Olav A. Haugen**

*olav.haugen@medisin.ntnu.no*  
Institutt for Laboratoriemedisin  
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
og  
Avdeling for patologi og medisinsk genetikk  
St. Olavs Hospital  
7006 Trondheim

Karbonmonoksid (CO) eller kullos er en luktfri, fargeløs og ikke-irriterende gass som oppstår ved ufullstendig forbrenning av hydrokarboner og som raskt og effektivt absorberes gjennom lungene. Det er derfor umulig å oppdage at man blir eksponert for kullos med mindre det er installert CO-detektor. CO bindes lett til hemoglobin (Hb) og danner et tungt reversibelt kompleks – karbonmonoksidhemoglobin (CO-Hb) – som reduserer blodets kapasitet for oksygentransport og derfor gir generell hypoksi (1, 2). CO kan også ha en mer direkte skadelig virkning på cellenivå (3) og mengden av fritt CO i plasma kan spille en rolle for det store spekter av symptomer som sees ved CO-forgiftning, og som ikke alltid korrelerer med det målte nivået av CO-Hb (1, 2). I blod vil det normalt være lav konsentrasjon av CO-Hb (< 1 %), mens det hos røykere kan være opptil 10 % (2). Dødelig konsentrasjon av CO-Hb er vanligvis antatt å være i området > 40 % (4, 5), mens småbarn, gravide og eldre mennesker har lavere toleranse for CO og kan få livstruende forgiftning ved lavere CO-Hb-nivåer (5).

Hensikten med denne undersøkelsen var å analysere omstendighetene ved dødelig forløpende kullosforgiftninger basert på en retrospektiv gjennomgang av et rettsmedisinsk obduksjonsmateriale, samt analysere CO-Hb-nivåene i relasjon til alder, alkohol-konsentrasjon i blod og organisk sykdom.

## Materiale og metode

I tidsrommet 1979–2000 ble det ved Avdeling for patologi, Regionsykehuset i Trondheim (nå St. Olavs Hospital), og Institutt for laboratoriemedisin, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Trondheim, utført i alt 5 046 rettsmedisinske obduksjoner. Obduksjonene ble utført av rettsmedisinere og erfarne patologer. Det ble rutinemessig sikret blod og urin for bestemmelse av etanol-konsentrasjon og eventuelt andre substanser hvis omstendighetene gav grunnlag for det. Ved mistanke om CO-forgiftning ble blodprøven også undersøkt med henblikk på karbonmonoksidhemoglobin (CO-Hb).

## Fakta

- Karbonmonoksid (kullos) er en luktfri, giftig gass som dannes ved brann og ufullstendig forbrenning av fossilt materiale, bl.a. i bilmotorer
- Gassen har sterk affinitet til hemoglobin og reduserer blodets oksygenbærende kapasitet og fører til anoksisk vevsskade
- Dødelig nivå av CO-Hb ansees å være omkring 40 %, men for eldre personer med koronar hjertesykdom kan langt lavere CO-Hb-nivåer være livstruende

Data vedrørende alder, kjønn, omstendigheter ved dødsfallene, dødsårsak, organsykdom og i alt 44 ulike variabler ble fortløpende registrert. Obduksjonsrapportene i alle tilfeller av brann, selvmord med CO og dødsfall der det var registrert CO-Hb-verdier over 10 % ble gjennomgått for å kvalitetssikre opplysningene.

Statistiske analyser ble utført ved hjelp av statistikkprogrammet SPSS. Forskjeller i middelerverdi ble analysert med t-test, og forskjeller i proporsjoner med khikvadrattest.

De kjemiske og toksikologiske analyser ble i de første årene utført ved Statens retts-toksikologiske institutt, Oslo. Fra 1990 foregikk analysene ved Avdeling for legemidler, Regionsykehuset i Trondheim.

## Resultater

Databasen inneholdt opplysninger om i alt 156 personer som var omkommet ved branner, eller som følge av CO-forgiftning ved suicid eller ulykker.

### Brann

Det var i alt 100 personer som omkom ved brann. Av de omkomne var 81 menn og 19 kvinner. Median alder var 50 år i hele materialet, men 30 personer var over 70 år (fig 1).

CO-Hb-nivået som ble målt hos 92 personer, viste store forskjeller (spredning 0–90 %, medianverdi 59 %) (tab 1). Hos 27 personer ble CO-Hb-nivået målt til lavere enn 40 %, herav var 23 personer (85 %) eldre enn 50 år. Middelerverdien av CO-Hb i aldersgrupper over 50 år (37,9 %) var signifikant lavere enn i aldersgruppen under 50 år (64,6 %;  $p < 0,001$ ). Det var ingen signifikant korrelasjon mellom CO-Hb-nivået og blod-alkoholnivået.

Blod-alkoholnivået var forhøyet hos 37 av 66 menn over 15 år og hos sju av 16 kvinner i samme aldersgruppe. Blod-alkohol-nivået var 0,6–4,3 %, medianverdien var 1,8 %. Alkoholpåvirkning var særlig hyppig blant menn i aldersgruppen 20–50 år, der 28 av 31 omkomne var under alkoholpåvirkning.

Det ble videre påvist fettlever eller levercirrhose hos 18 personer som døde ved branner, og 16 av disse hadde blod-alkohol > 1,4 % (spredning 1,4–3,4 %) på dødstidspunktet. Hjerterinfarkt eller alvorlig grad av koronarsklerose ble registrert hos i alt 13 personer som døde ved brannene, og av disse hadde 11 omkomne CO-Hb-verdier under 30 %.

**Suicid**

Det var 48 menn og tre kvinner som tok sine egne liv ved kullosforgiftning. Disse var i alderen 18–69 år, medianalderen var 34 år (fig 2). I de fleste tilfellene skjedde forgiftningen ved at bileksos ble ledet inn i kupeen ved hjelp av en slange koblet til eksosrøret. I tre tilfeller var bilen startet i lukket garasje mens personene satt i bilene med åpne vinduer.

CO-Hb-nivået ved suicid var gjennomgående høyt (medianverdi 71 %). Det laveste CO-Hb nivået som ble målt i denne gruppen var 27 %. Det var ingen signifikante forskjeller i CO-Hb-nivået i aldersgrupper over og under 50 år. Hos 23 ble det i tillegg påvist blod-alkoholverdier over 0,5 % (tab 2). Det var ingen signifikant korrelasjon mellom CO-Hb-nivå og blod-alkoholnivå. Av tegn til organisk sykdom ble det hos ni menn påvist fettlever og hos ti personer var det også opplysninger om at de var under psykiatrisk behandling.

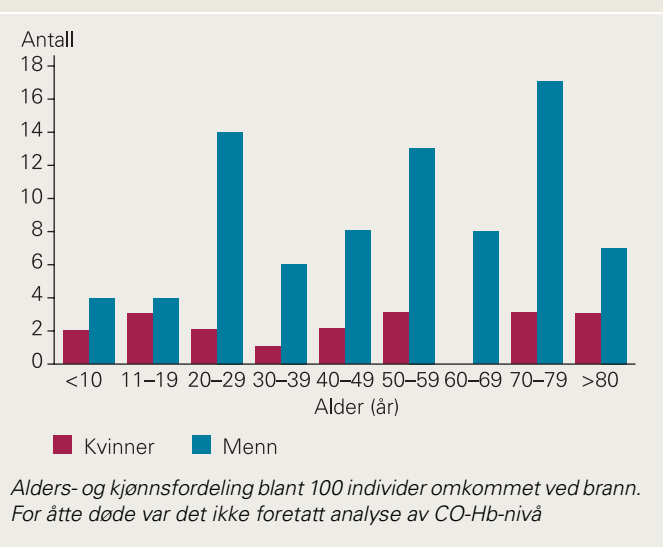
**Ulykker**

Fem tilfeller av akutt kullosforgiftning skjedde ved uhell. Det dreide seg om voksne menn som omkom under spesielle og ulike omstendigheter som vi finner grunn til å omtale i korthet.

*Pasient 1. 42 år gammel mann som benyttet parafinovn som varmekilde på bopel. Han bodde alene og ble funnet død om morgenen. Klærne luktet parafin. Ved obduksjonen ble det påvist nedpustede sotpartikler og fettlever. CO-Hb-nivået var 60 % og blod-alkoholnivået 2,2 %.*

*Pasient 2. 30 år gammel mann, utenlandsk soldat som deltok på vintermanøver i Norge. Han var fører av bandvogn og klaget en kveld over økende tretthet. Den påfølgende morgen ble han funnet død i førersetet. Vognen var parkert med eksosrøret inn mot en snøfonn der det var laget en meterdyp grop. Varmeapparatet stod på og motoren hadde vært i gang hele natten. Ved obduksjonen*

**Figur 1**



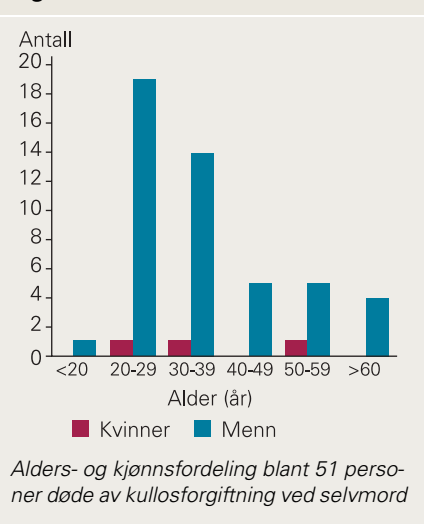
*var det ingen tegn til organisk sykdom. CO-Hb-nivået var 70 %. Det ble ikke påvist etanol eller andre toksiske substanser i blodet.*

*Pasient 3. 32 år gammel mann som kjørte langtransport med et overbygg der det stod en 11 kg propanbeholder med brenner. Brenneren var slukket, men det var sterk gassluk i bilen. Han ble funnet død i førerhuset om morgenen. Ved obduksjonen ble det ikke påvist tegn til organisk sykdom. CO-Hb-nivået var 85 % og det var ingen alkoholkonsentrasjon i blodet.*

*Pasient 4. 72 år gammel mann som ble funnet død på hytta liggende på en sofa ved siden av en Alladin parafinovn. Beholderen var tom, og veken var forkullet. Det var sot i rommet og på liket. Ved obduksjonen ble det påvist et gammelt hjerterinfarkt. CO-Hb-nivået var 27 % og blod-alkohol 1,5 %.*

*Pasient 5. 27 år gammel mann som sammen med to jevnaldrende overnattet i telt i et*

**Figur 2**



*skogsområde der det foregikk et internasjonalt skimesterskap. En kveld ble det laget mat på en engangsgrill som senere ble plassert i forteltet. Den påfølgende dag var alle «dårlige» og holdt seg i teltet. En person ble funnet død mens de to øvrige ble innlagt i sykehus med alvorlige forgiftningssymptomer. Ved obduksjonen ble det ikke påvist tegn til organisk sykdom. CO-Hb-nivået var 73 %, og det var ingen alkoholkonsentrasjon i blodet.*

**Diskusjon**

Obduksjon er av vesentlig betydning for å klarlegge dødsårsaken ved unaturlige dødsfall, ikke minst er det viktig å foreta kjemiske analyser for å kartlegge toksiske substanser som mulig dødsårsak. Den generelle obduksjonsrate i Norge er nå meget lav, og risikoen for å overse forgiftningsdødsfall er derfor relativt stor.

I perioden 1994–99 døde i alt 357 personer i Norge som følge av kullosforgiftning ved selvmord, brann og andre ulykker. Av disse ble 77,7 % obdusert (W. Djume, Statistisk sentralbyrå, personlig meddelelse). At ikke alle tilfeller av registrert CO-forgiftning blir obdusert, kan tyde på at en del tilfeller ikke blir meldt til politiet som unaturlige dødsfall. Politiet kan også avstå fra å rekvirere rettsmedisinsk obduksjon når dette ikke ansees å være av betydning for etterforskningen eller av rene økonomiske hensyn. Det hefter derfor en viss usikkerhet med hensyn til faktisk dødsårsak i en del tilfeller av antatt CO-forgiftning.

**Kullosforgiftning ved brann**

Dersom man bruker 40 % CO-Hb som nedre grense for letalt nivå, tyder vår undersøkelse på at ca. 70 % av dem som omkom ved brann, døde av kullosforgiftning. Andre undersøkelser har vist liknende resultater (4, 6–8). Menn var overrepresentert blant brannofrene i denne undersøkelsen. Dessuten var det et betydelig innslag (30 %) av personer eldre enn 70 år. Rogde & Olving (7) rapporterte at 21 % i deres materiale var eldre enn 70 år. Liknende observasjoner er også gjort i Danmark (9) og i Japan (6). Økt risiko for eldre har vært forsøkt forklart ved at disse er langsommere i bevegelsene og at de forsøker å slukke brannen og verne sine verdier (6).

Teige og medarbeidere (4) fant at CO-Hb-konsentrasjonen var lavere hos eldre enn hos yngre. Rogde & Olving (7) som undersøkte 286 brannofre, kunne ikke bekrefte dette, mens vår undersøkelse tyder likevel på at det kan være en slik relasjon. Dette kan bety at eldre har en lavere toleranse for CO og at lave CO-konsentrasjoner også kan få fatale følger. En særlig risiko er det for personer

med alvorlig koronarsykdom eller manifest hjertesvikt. I vår undersøkelse viste ni av ti personer med eldre hjerteinfarkt og fremtredende koronarsklerose CO-Hb-verdier under 30%. Den kardiotoxiske effekt av CO er også vist eksperimentelt (1). Men det er utvilsomt at andre branngasser enn CO, spesielt hydrogencyanid som oppstår ved forbrenning av syntetiske materialer, også kan føre til forgiftning (10). I tilfeller av brann der CO-Hb-nivået er lavt, må det også antas at brannskadene og varmesjokk med oksygenmangel er vesentlig dødsårsak (9), og at brannen i disse tilfellene kan ha vært eksplosjonsartet.

Mange som omkommer ved brann, er under alkoholpåvirkning eller viser organiske tegn til kronisk alkoholmisbruk i form av fettlever. I denne undersøkelsen var 56% av mennene og 44% av kvinnene over 15 år påvirket av alkohol (definert som 0,5‰ eller mer). Dette er i samsvar med tidligere rapporter fra Norge (4, 7, 11). Det er grunn til å anta at alkoholpåvirkningen har vært av betydning for at brannen har oppstått, men bare unntaksvis har vært så høy at den kan ha vært medvirkende dødsårsak. Det er sannsynlig at sterk alkoholpåvirkning også vil redusere sjansen for å unnsnippe ved en brann.

### Kullosforgiftning som selvmordsmodus

I Norge er selvmord ved kullosforgiftning ikke uvanlig. I perioden 1980–99 ble det registrert i alt 690 tilfeller av suicid som skyldtes CO-forgiftning (W. Djume, personlig meddelelse). I vårt materiale som omfatter i alt 1 108 suicid i perioden 1979–2000, var det 237 tilfeller av selvpåført forgiftning og kullosforgiftning utgjorde 22% av disse (upubliserte data). Det er typisk at denne form for selvmord stort sett velges av yngre menn (12–14) slik det også fremgår av vår undersøkelse og at alkoholmisbruk er vanlig i denne gruppen (15).

Selv om biler er lett tilgjengelig for begge kjønn, er bilen sterkere knyttet til mannskulturen, noe som kan forklare mannsdominansen ved denne typen selvmord. CO-konsentrasjonen i eksos uten katalysator er ca. 10% og dødelig CO-konsentrasjon i bilkupé eller lukket garasje utvikles etter få minutter. Katalysator reduserer CO-konsentrasjonen i eksos til ca. 1%, men langvarig eksponering kan likevel være tilstrekkelig til å fremkalle intoksikasjon. I slike tilfeller er CO-Hb-nivået rapportert å kunne være langt under antatt toksisk nivå og korrelerer dårlig med de kliniske symptomer (16).

### Kullosforgiftning ved ulykke

I USA døde det i perioden 1979–88 over 11 000 personer av kullosforgiftning ved uhell. De fleste døde etter eksponering fra bileksos (57%), mens kullos fra peis, ovner og gasslekkasjer utgjorde de øvrige. De fleste dødsfall inntrådte i vinterperioden når det

**Tabell 1** Karbonmonoksidhemoglobin (CO-Hb) og blod-alkoholnivåer hos personer omkommet ved brann

Alder (år)	Antall	CO-Hb (%) Spredning	Antall alkohol- påvirket	Blod-alkohol (‰) Spredning
< 10	6	28–82	–	–
10–19	6	27–85	1	4,3
20–29	15	39–88	14	0,6–3,4
30–39	7	40–80	7	1,1–2,8
40–49	9	55–90	7	1,4–4,3
50–59	13	0–80	7	1,7–3,0
60–69	8	0–70	4	1,4–3,1
70+	28	0–90	4	1,5–2,4
Totalt	92	0–90	44	0,6–4,3

**Tabell 2** Karbonmonoksidhemoglobin (CO-Hb)- og blod-alkoholnivåer ved suicid

Alder	Antall	CO-Hb (%) Spredning	Antall alkohol- påvirket	Blod-alkohol (‰) Spredning
< 20	1	70	–	–
20–29	20	60–80	5	0,5–1
30–39	15	27–80	10	0,6–2,3
40–49	5	59–80	2	1,0–2,3
50–59	6	30–78	4	0,5–2,7
60+	4	60–85	2	1,3–1,4
Totalt	51	27–85	23	0,5–2,7

er økt behov for oppvarming. Menn var involvert tre ganger så hyppig som kvinner, og de fleste dødsfall skjedde blant de eldste, og i aldersgruppen 15–24 år (12).

I Norge der elektrisitet fortsatt spiller en hovedrolle som oppvarmingskilde, forekommer slike dødsfall sjelden. I perioden 1994–97 ble det registrert 13 dødelige tilfeller av kullosforgiftning ved andre ulykker enn brann, hvorav en var arbeidsulykke (W. Djume, personlig meddelelse).

Campingliv representerer også en risikosituasjon (17) slik ett av våre tilfeller tydelig illustrerer. Det må derfor sterkt advares mot bruk av engangsgriller og propanbrennere i telt, campingvogner og lukkede rom uten god lufttilgang og utlufting.

Andre risikosituasjoner for CO-forgiftning i arbeidslivet er knyttet til bruk av propandrevne trucker i dårlig ventilerte rom (18) og til bilvaskehaller når motor holdes i gang under vaskeprosedyrene (19).

Av mer kuriøse situasjoner der CO-forgiftning kan oppstå, er det rapportert at 53 personer ble brakt til sykehus fra en fransk kinarestaurant der man benyttet trekull ved tilberedelse av kinesisk fondue (20).

I Cornwall skjedde nylig en masseintoksikasjon under en gudstjeneste, uten dødelig forløpende tilfeller. Årsaken var et defekt fyringsanlegg i kirken (21).

Fremtidig økt anvendelse av naturgass i Norge kan medføre en økt risiko for CO-forgiftning ved ufullstendig gassforbrenning eller defekt apparatur både i industriell sammenheng og i private husholdninger. I USA er det nå installert omkring

15 millioner CO-detektorer for å forhindre ulykker (2). Det er mulig at dette også vil være aktuelt i Norge.

Forebyggende tiltak mot CO-forgiftninger vil inntil videre først og fremst være en aktiv brannforebygging, tiltak som kan redusere hyppigheten av selvmord samt forekomsten av alkoholmisbruk og en forbedring av standarden i den norske bilparken.

### Litteratur

Komplett litteraturliste finnes i artikkelen på [www.tidsskriftet.no](http://www.tidsskriftet.no)

- Eyer P. Gases I: Marquardt H, Schäfer SG, McClellan R, Welsch F, red. Toxicology. San Diego: Academic Press, 1999: 805–32.
- Raub JA, Mathieu-Nolf M, Hampson NB, Thom SR. Carbon monoxide poisoning – a public health perspective. Toxicology 2000; 145: 1–14.
- Teige B, Lundevall J, Fleischer E. Carboxyhemoglobin concentration in fire victims and in cases of fatal carbon monoxide poisoning. Z Rechtsmedizin 1977; 80: 17–21.
- Knight B. Forensic pathology. 2. utg. London: Edward Arnold, 1997.
- Rogde S, Olving JH. Characteristics of fire victims in different sorts of fire. Forensic Sci Int 1996; 77: 93–9.
- Gerling I, Meissner C, Reiter A, Oehmichen M. Death from thermal effects and burns. Forensic Sci Int 2001; 115: 33–41.
- Nordrum I, Eide TJ, Jørgensen L. Alcohol in a series of medico-legal autopsied deaths in northern Norway 1973–1992. Forensic Sci Int 2000; 110: 127–37.
- Cobb N, Etzel RA. Unintentional carbon monoxide-related deaths in the United States, 1979 through 1988. JAMA 1991; 266: 659–63.
- Hawton K, Houston K, Shepperd R. Suicide in young people. Study of 174 cases, aged under 25 years, based on coroners' and medical records. Br J Psychiatry 1999; 175: 271–6.
- Vossberg B, Skolnick J. The role of catalytic converters in automobile carbon monoxide poisoning. Chest 1999; 115: 580–1.