

Kandidat nummer: 9500 og 9512

**BPABAC-1 24V**

**Bacheloroppgave i Paramedisin**



---

Universitetet  
i Stavanger

**Det helsevitenskapelige fakultet,  
Universitetet i Stavanger**

23.05.24

Prehospitalt bruk av CO-oximeter for tidlig avdekking av karbonmonoksidforgiftning.

## Sammendrag

**Bakgrunn:** Karbonmonoksidforgiftning forårsaker en stor andel av alvorlige forgiftninger globalt. Forgiftningen hemmer oksygenleveransen og er derfor skadelig for hele menneskekroppen. Symptomene på karbonmonoksidforgiftning kan være uspesifikke, som kan gjøre det utfordrende for helsepersonell å avdekke forgiftning. Diagnosen blir fastsatt ved hjelp av blodprøver på sykehus. Blodprøvetaking er ikke vanlig i ambulansen, noe som kan vanskeliggjøre tidlig identifisering av forgiftning prehospitalt.

**Hensikt:** Hensikten med denne oppgaven er å undersøke om CO-oximeteret kan bidra til tidlig oppdagelse av karbonmonoksidforgiftning prehospitalt. Oppgaven skal se på instrumentets nøyaktighet og om det kan bidra som beslutningsstøtte i ambulansen. Videre vil oppgaven forsøke å øke kunnskapen om karbonmonoksidforgiftning ved å undersøke tegn, symptomer og hvilke vitale målinger forgiftede pasienter presenterer.

**Metode:** Oppgaven benytter litteraturstudie som metode og baserer seg på kvantitative forskningsstudier. De anvendte databasene var CINAHL og MEDLINE. Forskningsstudiene benyttet CO-oximeteret på et betydelig antall pasienter, både prehospitalt og inhospitalt. I tillegg ble relevant faglitteratur brukt for å besvare problemstillingen.

**Resultat:** Totalt ble fire primærstudier inkludert i oppgaven. To av disse målte nøyaktigheten til CO-oximeteret sammenlignet med blodprøvetaking. Disse studiene ga ulike resultater, men begge indikerte at CO-oximeteret ikke kan erstatte blodprøvetaking. Samtlige av artiklene fremlegger at det ikke finnes noen sammenheng mellom vitale målinger og karbonmonoksidforgiftning. Symptomene på forgiftning presenterer seg som uspesifikke.

**Konklusjon:** CO-oximeteret er ikke nøyaktig nok til å erstatte blodprøvetaking, men kan fungere som et støtteverktøy for å indikere karbonmonoksidforgiftning prehospitalt. Dette kan hjelpe helsepersonell med å iverksette raskere behandling, spesielt i tilfeller hvor pasienter har uspesifikke symptomer.

# Innholdsfortegnelse

<i>1 Introduksjon</i> .....	1
1.1 Bakgrunn for valg av tema.....	1
1.2 Hensikt med oppgaven.....	2
1.3 Problemstilling og avgrensning .....	3
1.4 Begrepsavklaring .....	4
<i>2 Teori</i> .....	5
2.1 Hvordan oppstår karbonmonoksidforgiftning? .....	5
2.2 CO-forgiftningens patofysiologi .....	6
2.3 Akutte symptomer og behandling av CO-forgiftning .....	7
2.4 Senskader ved CO-forgiftning .....	9
2.5 Hvordan fungerer et CO-oximeter? .....	9
2.6 Dagens ambulanseprosedyrer for håndtering og behandling av CO-forgiftning .....	10
<i>3 Metode</i> .....	12
3.1 Litteraturstudie som metode .....	12
3.2 Søkestrategi.....	13
3.3 Inklusjons- og eksklusjonskriterier .....	16
3.4 Selektering av forskningsartikler .....	18
3.5 Kildekritikk .....	18
3.6 Analyse av data .....	20
3.7 Etske overveielser .....	21
<i>4 Resultater</i> .....	21
4.1 Brukervennlighet, feilmargin og pålitelighet .....	23
4.2 CO-oximeterets nøyaktighet .....	24
4.3 Vitale målinger hos pasienter med CO-forgiftning .....	25
4.4 Symptomer oppgitt av pasienter med CO-forgiftning .....	25
4.5 Årsak til forgiftning .....	27
<i>5 Diskusjon</i> .....	27
5.1 Resultatdiskusjon .....	27
5.1.1 Er dagens ambulanseprosedyrer og verktøy gode nok?.....	27
5.1.2 Er CO-oximeteret nøyaktig nok til å brukes i ambulansetjenesten?.....	29
5.1.3 Utfordringer og tilpasninger med CO-oximeteret.....	30
5.1.4 Implementering i ambulansetjenesten.....	32
5.2 Styrker og svakheter ved valgt metode.....	33
<i>6 Avslutning og konklusjon</i> .....	35
<i>Referanseliste:</i> .....	36
<i>Vedlegg</i>	

Antall ord: 8493

## **VEDLEGG**

Vedlegg 1: Utdrag fra Helse-Midt Norge sin prosedyre «gass og kjemikalier» som handler om karbonmonoksidforgiftning.

Vedlegg 2: Prosedyren til Sykehuset i Vestfold «Kullos-karbonmonoxid-intox».

Vedlegg 3: Utdrag fra Sykehuset i Østfold HF sin prosedyre «gass og kjemikalier» som handler om karbonmonoksidforgiftning.

Vedlegg 4: Prosedyrer fra Universitetssykehuset i Nord-Norge.

Vedlegg 5: Prosedyre fra helse Fonna.

Vedlegg 6: Prosedyre fra helse Bergen.

Vedlegg 7: Prosedyre fra helse Stavanger.

Vedlegg 8: Søkelogg i CINAHL.

Vedlegg 9: Søkelogg i MEDLINE.

Vedlegg 10: Sjekklistor.

Vedlegg 11: Fullstendig litteraturmatrise.

## **TABELLISTE**

Tabell 1: Symptomer og kliniske tegn ved forgiftning.

Tabell 2: Oppsummering av tilsendte ambulansesprosedyrer.

Tabell 3: PICO-skjema.

Tabell 4: Gruppering av ord som ble kombinert med «OR», og dannet bolker som ble kombinert med «AND».

Tabell 5: Resultat av søk i databasene. Totalt 33 artikler.

Tabell 6: Inklusjons- og eksklusjonskriterier.

Tabell 7: Selektoring av artikler.

Tabell 8: Oversikt over hvilke studier som undersøker de utvalgte temaene.

Tabell 9: Forenklet litteraturmatrise.

Tabell 10: Symptomer hos pasienter med CO-forgiftning.

# 1 Introduksjon

## 1.1 Bakgrunn for valg av tema

Karbonmonoksidforgiftning (CO-forgiftning) er årsaken til en stor andel forgiftninger på verdensbasis (Reed, 2019, s. 1911-1928). Forgiftningen kan være skadelig for alle organer, da karbonmonoksid hemmer oksygenopptaket i kroppen. Symptomene på CO-forgiftning kan være uspesifikke og ligne på andre sykdomsforløp. Dette kan gjøre det utfordrende for helsepersonell å diagnostisere pasientene. I dag blir CO-nivået målt ved hjelp av blodprøvetaking på sykehuset, og denne verdien vurderes sammen med klinikk og sykehistorie for å bedømme grad av forgiftning (Giftinformasjonen, 2018).

I forskriften om nasjonale retningslinjer for paramedisinutdanning står det at kandidaten skal kunne undersøke og behandle akutt syke, samt gi anbefaling om rett behandlingsnivå (Forskrift om nasjonal retningslinje for paramedisinutdanning, 2020). Vi har selv erfart at i enkelte situasjoner kan det være krevende å behandle pasienter, særlig når sykdomsforløp og diagnose framstår diffust. Etter en hendelse i praksis begynte vi å reflektere over karbonmonoksidforgiftning. På et ambulanseoppdrag ble to bevisstløse pasienter fraktet til sykehus, etter å ha blitt eksponert for karbonmonoksid fra en kullgrill i en vinterhage. De resterende personene på stedet presenterte ingen symptomer på forgiftning og ønsket ikke videre helsehjelp fra ambulansepersonellet. Senere kom disse gjenværende personene i kontakt med sykehuset, og det viste seg at de hadde forhøyede verdier av karbonmonoksid i blodet. Denne hendelsen belyser utfordringene med å oppdage CO-forgiftning prehospitalt, og utgjør grunnlaget for vår motivasjon for å utforske dette tema.

Av større og mer kjente hendelser i Norge som involverer CO-forgiftning er Grottefesten i Oslo august 2020 er godt eksempel. Eksosen til et dieseldrevet strømaggregat forårsaket CO-forgiftning hos et betydelig antall deltakere på en ulovlig grottefest (Solberg, 2020).

Ambulansepersonell på stedet ble møtt av flere personer som hadde nedsatt bevissthet og noen var bevisstløse. Rus og overdose ble mistenkt, og det tok tid før CO-forgiftning ble antatt å være årsaken (Ofstedahl, 2020). Flere festdeltagere ble innlagt på sykehus med forgiftning og enkelte fikk påvist nevrologiske senskader i ettertid (Tennøy & Strand, 2020). Grottefesten fikk oppmerksomhet i norske medier og har også vært utgangspunktet for et pågående

forskningsprosjekt som handler om håndteringen og oppfølgingen av personer forgiftet av karbonmonoksid. Forskningsprosjektet undersøker også langvarige senskader etter hendelsen (Heyerdahl, 2020). Dette fikk oss til å stille spørsmål om det finnes hjelpemidler til å oppdage karbonmonoksidforgiftning prehospitalt, hvor vi kom over CO-oximeteret, som er et bærbart apparat for å måle karbonmonoksidforgiftning (National Association of Emergency Medical Technicians [NAEMT], 2020). Dette apparatet brukes i et fåtall av ambulansene i Norge, noe som vekket vår interesse om hvorfor det ikke er mer utbredt (vedlegg 1-7).

Ved større hendelser skal en paramedisiner være i stand til å prioritere behandlingsrekkefølgen på ulike pasienter, samt skille kritiske og ikke-kritiske pasienter. I slike situasjoner kan pasientantallet overskride antall tilgjengelige helseressurser, og helsepersonell må utføre masseskadetriage (Helsedirektoratet, 2020). Triage er en systematisk arbeidsmetode som brukes til rask sortering og prioritering av skadde, med mål om å tilby best mulig behandling til flest mulig (Legevakthåndboken, 2020). Som tidligere påpekt, kan karbonmonoksidforgiftning være vanskelig å oppdage på grunn av uspesifikke symptomer. Dette kan gjøre det utfordrende for paramedisineren å avgjøre hvem som skal prioriteres. Her ses en mulig nytte i å bruke CO-oximeter som et hjelpemiddel i triageringsprosessen.

## 1.2 Hensikt med oppgaven

Formålet med denne oppgaven er å undersøke om CO-oximeteret kan bidra til tidlig oppdagelse av karbonmonoksidforgiftning prehospitalt. Identifisering av forgiftning anses som spesielt utfordrende hos pasienter som ikke har tydelige symptomer. Oppgaven presenterer aktuelle studier som dokumenterer bruk av CO-oximeteret, og identifiserer eksponeringskilder, symptomer og hvilke vitale målinger forgiftede pasienter presenterer. Kunnskap om vanlige eksponeringskilder kan gi oss et bedre vurderingsgrunnlag for når forgiftninger kan være aktuelle ved innhenting av pasienters sykehistorie. Videre undersøkes CO-oximeterets diagnostiske nøyaktighet ved å finne studier som sammenligner instrumentet med blodprøvemålinger. I tillegg vil brukervennligheten bli vurdert og hvordan CO-oximeteret kan anvendes i ambulansen. Det er særlig interessant å undersøke om verktøyet kan skille mellom pasienter som trenger behandling mot forgiftning, og pasienter som kan frigjøres på et skadested etter mulig CO-eksponering. Hvis CO-oximeteret er pålitelig nok, kan det støtte paramedisinerens beslutningstaking, og dermed

bidra til å velge rett behandling og behandlingsnivå i form av legevakt, fastlege eller akuttmottak.

### 1.3 Problemstilling og avgrensning

Denne oppgaven undersøker nøyaktigheten til CO-oximeteret, og hvordan det kan anvendes i ambulansen for å finne tentativ diagnose og behandlingsnivå for pasienter. Videre vurderes hvorvidt måling med CO-oximeteret er enkel og gjennomførbar i en prehospital kontekst. På bakgrunn av tematikk og hensikt er følgende problemstilling formulert:

*«Kan et CO-oximeter bidra til å avdekke karbonmonoksidforgiftning prehospitalt?»*

## 1.4 Begrepsavklaring

**Noninvasiv:** Behandlinger eller målinger som ikke trenger å penetrere gjennom hud eller vev (Kåss, 2023).

**Karboksyhemoglobin (COHb):** Den kjemisk forbindelse mellom karbonmonoksid (CO) og hemoglobin (Hb) (Husøy, 2019).

**SpCO:** CO-oximeterets estimerte nivå av karbonmonoksid i arterielt blod (Barker et al., 2006).

**SpO2:** Den estimerte prosentandelen av oksygenmetning i arterielt blod, som indikerer hvor mye oksygen som er bundet til hemoglobin (NAEMT, 2020, s. 182).

**Vitale målinger:** Målinger av livsviktige funksjoner og inkluderer respirasjonsfrekvens, puls, blodtrykk og kroppstemperatur (NAEMT, 2020, s. 182).

**Tentativ diagnose:** Tentativ betyr foreløpig. En tentativ diagnose er dermed midlertidig og ikke enda blitt bekreftet (Nilstun, 2023).

**Sensitivitet og Spesifisitet:** Sensitivitet er sannsynligheten for at en undersøkelsesmetode eller verktøy kan påvise en spesifikk sykdom hos de som faktisk har det (Malt & Stoltenberg).

Spesifisitet er sannsynligheten for at metoden kan klassifisere friske personer hos de som ikke har sykdommen (Braut, 2023).

**Referansetest (gullstandard):** Den sikreste eller beste metoden til å klassifisere en tilstand eller sykdom. I diagnostisk sammenheng er referansetest den nåværende sikreste metoden for å fastsette en diagnose. Nye verktøy og metoder sammenlignes derfor med referansetesten for å måle nøyaktigheten (Braut, 2019).

**Korrelasjon:** Beskriver sammenheng mellom to målbare størrelser i statistikk. God korrelasjon betyr dermed god sammenheng (Frøslie, 2020).

**Screening:** Undersøkelse av en befolkning for å identifisere tidlig tegn på en sykdom (Braut, 2024).

**Triage:** Triage betyr «å sortere» og handler om å sortere pasienter inn i grupper etter behov på øyeblikkelig helsehjelp (Holte, 2010).



## 2 Teori

Her beskrives karbonmonoksidforgiftning gjennom generell patofysiologi, symptomer, behandling, og mulige skader ved mangel på tidlig oppdagelse og oppfølging. Videre vil teoridelen forklare hva et CO-oximeter er, og hvordan det brukes og fungerer. Dagens prosedyrer for håndtering og behandling av karbonmonoksidforgiftning er innhentet fra ulike helseforetak og er sammenfattet i et eget avsnitt.

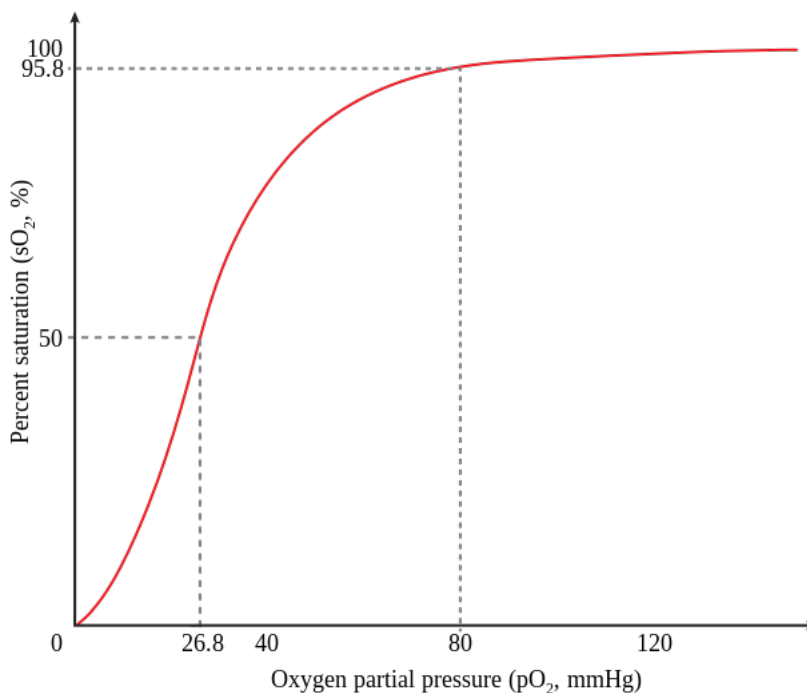
### 2.1 Hvordan oppstår karbonmonoksidforgiftning?

Karbonmonoksid er en luktfri, fargeløs, smakløs og ikke irriterende gass. Den kjemiske formelen for karbonmonoksid er CO (Haraldsen, 2024). Denne gassen dannes vanligvis ved ufullstendig forbrenning av organisk materiale, noe som skjer ved lav oksygentilførsel, spesielt i lukkede rom med dårlig ventilasjon (Andrew & Iversen, 2015, s. 96). Karbonmonoksid kan oppstå ved mange ulike typer forbrenningskilder med dårlig oksygenventilasjon, for eksempel fra husbrann, gassvarmeanlegg, bilmotorer og dieseldrevne strømaggregat (Karbonmonoksid, 2023). Sistnevnte var eksponeringskilden til Grottefesten i Oslo i 2020 (Solberg, 2020). Mennesker som eksponeres for karbonmonoksid, vil risikere forgiftning gjennom innåndingsluften. Globalt forårsaker karbonmonoksidforgiftning angivelig halvparten av alle fatale forgiftninger, hovedsakelig på grunn av gassforbrenning (Reed, 2019, s. 1911-1928). I Norge skjer derimot forgiftninger noe sjeldnere da gass i mindre grad blir brukt til oppvarmingsselement og matlaging, og begrenses ofte til fritidsbruk (Jacobsen, 2020). Karbonmonoksidforgiftning kan i tillegg oppstå ved brann, og er en av de farligste systemtoksiske gassene i brannrøyk sammen med hydrogencyanid. Systemtoksisk vil si at det har en skadelig effekt på hele menneskekroppen fordi gassen fortrenger oksygen (Johnsgaard, 2024). Patofysiologisk er hovedmekanismen at CO binder seg lettere til hemoglobinet i de røde blodceller, enn det oksygen gjør. Oksygen taper derfor konkurransen hos CO-forgiftede pasienter. Eksponerte personer risikerer derfor oksygenmangel på cellulært nivå som kan føre til skadelige prosesser i hele menneskekroppen (Giftinformasjonen, 2010).

## 2.2 CO-forgiftningens patofysiologi

Hos friske mennesker vil hvert hemoglobinmolekyl under normale omstendigheter kunne binde seg til fire oksygenmolekyler i en rød blodcelle. Den røde blodcellen frakter oksygen ut i vevet hvor oksygen frigjøres, og karbondioksid tas opp og transporteres tilbake til lungene (Martini et al., 2018, s. 663). Når oksygenleveransen til vevet er tilstrekkelig i forhold vevets forbruk, kalles det aerob metabolisme. Hemoglobinmolekyler transporterer omtrent 98% av alt oksygen som leveres til vevet, og har derfor en livsviktig funksjon (Sand & Toverud, 2018, s. 42-45).

Oksygen-hemoglobin dissosiasjonsskurven viser forholdet mellom oksygentilgjengeligheten i blodet og hemoglobinet evne til å binde seg til oksygen (Opdahl, 2008, s. 42-44). Kurven viser at hemoglobinet har mindre bindingskraft til oksygen dersom hemoglobinet omgis av oksygenfattig blod, som det som finnes rundt oksygenkrevende organer som hjernen. Motsatt vil hemoglobinet ha høy bindingskraft i oksygenrikt blod, som eksempelvis rundt lungene (Martini et al., 2018, s. 864). Dette fører til at oksygen kan tas opp i lungene og frigjøres i for eksempel hjernen. En forskyvning av dissosiasjonsskurven har betydelige konsekvenser for kroppens opptak og leveranse av oksygen (Mustapha, 2022).



(Hemoglobin oksygen dissosiasjonskurve, 2022)

Ordet affinitet beskriver bindingskraft mellom ulike molekyler (Sand & Toverud, 2018, s. 99). Siden CO binder seg lettere til hemoglobinmolekylet enn hva oksygen gjør, har CO sterkere affinitet enn oksygen, nesten 210 ganger mer (Økland et al., 2020). Bindingen mellom CO og hemoglobin danner karboksyhemoglobin (COHb). Ved høy CO-eksponering vil COHb øke drastisk i takt med at oksygenforsyningen til cellene reduseres (Husøy, 2019). Økt CO i blodet vil kunne forskyve dissosiasjonskurven mot venstre. Dette medfører at gjenværende hemoglobin som allerede er bundet til oksygen, i mindre grad vil frigjøre oksygen til organer på grunn av økt bindingskraft (Jacobsen, 2020). På cellenivå kan CO ved høye konsentrasjoner binde seg til elektrontransportkjeden i mitokondriene som hemmer utnyttelsen av oksygen ytterligere. Som konsekvens fører dette til anaerob metabolisme. Under anaerob metabolisme utskilles det syrlige stoffet laktat som kan påvirke kroppens syre-base balanse. Høye nivåer av laktat er skadelig for organer, og forhøyede verdier kan måles i blodet på alvorlige forgiftede pasienter (Økland et al., 2020). Oppsummert sett fører CO til flere skadelige mekanismer grunnet oksygenmangel i hele kroppen (Martini et al., 2018, s. 864).

### 2.3 Akutte symptomer og behandling av CO-forgiftning

Ettersom alle organer trenger oksygen, kan alle organer bli påvirket eller skadet av CO sin oksygenfortrengende effekt. Organer med stort oksygenforbruk, som hjerte og hjerne, er mest utsatt ved forgiftning og påfallende oksygenmangel, og disse skades derfor først (Jacobsen, 2020). «En akutt karbonmonoksid-forgiftning kan defineres ved HbCO-verdier > 10 % eller kliniske tegn på forgiftning etter en kjent eksponering for karbonmonoksid» (Giftinformasjonen, 2018). Forgiftning viser seg ofte med uspesifikke symptomer fra affiserte organer. Symptomene kan være kvalme, oppkast, diaré, hodepine, svimmelhet, pustevansker og utmattelse. Det kan derfor være vanskelig å fastsette diagnosen, særlig dersom CO eksponering ikke er kjent. Graden av symptomer vil også variere etter graden av forgiftning og COHb-nivå (Giftinformasjonen, 2018). Giftinformasjonen nevner vanlige symptomer og kliniske tegn etter forgiftningsgrad på følgende måte:

Lett forgiftning	Moderat forgiftning	Alvorlig forgiftning
Hodepine	Endret bevissthet (oftest redusert)	Synkope (bevisstløshet)
Kvalme/oppkast, diaré	Synsforstyrrelse/lysskyhet	Kramper
Svimmelhet	Ataksi	Koma
Slapphet/uvelhet	Takykardi	Arytmi
Forvirring/desorientering, irritabilitet	Palpitasjoner/brystsmerter	Hjertestans og død

**Tabell 1:** Symptomer og kliniske tegn ved forgiftning (Giftinformasjonen, 2018)

COHb har normalt en halveringstid på 4-6 timer i normal atmosfære. Dersom man øker oksygenkonsentrasjonen fra 21% til 100%, vil halveringstiden reduseres betraktelig ned mot 1 time (Jacobsen, 2020). Det er fordi økt oksygenkonsentrasjon fører til økt tetthet av oksygenmolekyler rundt hemoglobinmolekylene. Dette kompenserer for affinitetsforskjellen mellom karbonmonoksid og oksygen. I teorien vil da oksygen utkonkurrere gjenværende CO-molekylene, og føre til en raskere utskilling av forgiftningsstoffet (Økland et al., 2020). Tidlig identifisering av forgiftningen og oksygenbehandling prehospitalt kan redusere skadeomfanget hos pasienten. Giftinformasjonen anbefaler derfor å behandle mistenkte CO-forgiftede pasienter med 100% oksygen på maske med reservoar 12-15 liter per minutt, i tillegg til spesifikk behandling av symptomer. Annen aktuell behandling innen spesialisthelsetjenesten er hyperbar oksygenbehandling, men dokumentasjon av effekt er mangelfull og anbefaling av denne behandlingen er restriktiv (Giftinformasjonen, 2018). Hyperbar oksygenbehandling foregår i trykkammer hvor pasienter får 100% oksygen (NAEMT, 2020, s. 425). Teoretisk sett vil denne behandlingen redusere halveringstiden til karbonmonoksid mer enn vanlig oksygenbehandling. Tradisjonelt sett har man trodd at denne behandlingen kan minimere nevrologiske senskader, men nyere forskning kan ikke bekrefte dette (Økland et al., 2020). Likevel anbefaler nasjonale retningslinjer hyperbar oksygenbehandling ved alvorlig forgiftning og hos gravide (Giftinformasjonen, 2018).

## 2.4 Senskader ved CO-forgiftning

Flere personer fikk senskader etter Grottefesten sommeren 2020 (Tennøy & Strand, 2020). De mest vanlige senskadene er nevrologiske i form av hjerneskade og nevropsykiatriske plager. Eksempelvis kan pasienter oppleve hukommelsestap, nedsatt konsentrasjonsevne, gangvansker eller angst og depresjon. Slike skader kan også oppstå hos pasienter som er symptomfrie rett etter hendelsen (Giftinformasjonen, 2018). Dette kalles forsinket nevropsykiatrisk syndrom, og kjennetegnes med en forbedring kort tid etter eksponering etterfulgt av et funksjonstap som først viser seg dager til uker etter hendelsen. Den ledende teorien om skademekanismen til dette fenomenet er inflammasjon av hvit substans i sentralnervesystemet. Hvit substans inneholder nerveledninger omgitt av myelin. Myelin akselererer nervesignaler (Martini et al., 2018, s. 398). Skade på hvit substans kan bremse nervesignaler og gi symptomer lignende andre neurodegenerative sykdommer som for eksempel Parkinson (Sand & Toverud, 2018, s. 134). Internasjonalt er forsinket nevropsykiatrisk syndrom et relativt vanlig fenomen og påstås å ramme nesten 50% av CO-forgiftede pasienter (Gustavsen & Heyerdahl, 2023). Det er ikke funnet noen klar sammenheng av målt COHb nivå i blodet og utvikling av nevrologiske senskader (Giftinformasjonen, 2018). Likevel kan det være betydningsfullt med tidlig oppdagelse av CO-forgiftning prehospital i ambulansen for å kartlegge omfang og initiere behandling og oppfølging fra helsevesenet (Jacobsen, 2020).

## 2.5 Hvordan fungerer et CO-oximeter?

Et CO-oximeter er et noninvasivt instrument som måler antatt prosentandel av COHb i arterielt blod. Verdien CO-oximeteret oppgir omtales som SpCO, mens verdien en blodprøve gir omtales som COHb (Masimo). Teoretisk sett betyr det at dersom CO-oximeteret oppgir en SpCO på 10% indikerer den at opp mot en tiendedel av hemoglobinmolekylene i det arterielle blodet er bundet til CO-molekyler. Masimo Corporations leverer det mest kjente CO-oximeteret som ofte omtales under modellnavnet RAD-57 (NAEMT, 2020). Denne modellen er blitt brukt i alle studiene som benyttes i denne oppgaven. CO-oximeteret er en fingerprobe med lys og sensor, som festes på pasientens ringfinger. Denne proben sender ut lyssignal gjennom pasientens finger med forskjellige bølgelengder som blir avlest av en sensor på den andre siden. Lyssignalet absorberes delvis av hemoglobinmolekyler i blodet. Absorpsjonsgraden benyttes til å regne ut et anslått nivå av forskjellige hemoglobinstrukturer, basert på kjent kunnskap til absorpsjonsspekteret til for

eksempel karboksyhemoglobin eller oksyhemoglobin. På kort tid vil man få en anslått prosentandel SpCO på enhetens håndholdte monitorerings skjerm (Masimo, 2016). Lysmåling av hemoglobin er kjent teknologi som også brukes på saturasjonsmålere på sykehus og ambulanser for å måle prosentandel oksygenerte hemoglobin, såkalt pulsoksymetri (Opdahl, 2021).

Tradisjonelle pulsoksymeter måler oksygenmetning, men har problem med å skille oksygenerte hemoglobin fra karboksyhemoglobin. Dette kan forårsake feilmålinger av oksygeninnhold i blodet hos CO-forgiftede pasienter ("Pulsoksymeter," 2021). Masimo sitt CO-oximeter har en probe som sender lyssignaler med flere ulike bølgelengder enn et tradisjonelt pulsoksymeter. På denne måten skiller den mellom oksyhemoglobin og karboksyhemoglobin. Ifølge produsenten har CO-oximeteret en feilmargin på 3% hos pasienter med SpCO nivå mellom 0- og 40%, og er et noninvasivt alternativ til blodprøvesvar med COHb (*Rad-57 Pulse CO-Oximeter*). Masimo leverer også CO-oximeter som kan brukes sammen med monitoreringsenheten Corpuls. Corpuls blir brukt til å innhente vitale målinger som puls, oksygenmetning, blodtrykk og EKG. Corpuls benyttes i dag av samtlige ambulansetjenester i Helse- Nord, Midt og Vest, og et fåtall av tjenestene har valgt å anskaffe tilleggsfunksjonen med CO-oximeter (T. Espedal, personlig kommunikasjon, 25. april 2024).

## 2.6 Dagens ambulansesprosedyrer for håndtering og behandling av CO-forgiftning.

Ambulansetjenesten i Norge er underlagt forskjellige helseforetak, som styrer og regulerer deres prosedyreverk. Det medfører lokale variasjoner. Etter å ha vært i kontakt med flere helseforetak, har vi fått tilsendt deres prosedyrer. Noen helseforetak har spesifikke, omfattende prosedyrer for CO-forgiftning, mens andre nevner det under felles prosedyrer for gass og kjemikalier, eller inhalasjonsskader. Alle prosedyrene presiserer at dersom det foreligger mistanke om CO-forgiftning skal pasienter ha oksygenbehandling og transporteres til sykehus. Samtlige vektlegger innhenting av sykehistorie og vurdering av mulige eksponeringskilder. CO-oximeteret benyttes i dag ved enkelte ambulansetjenester og legebiler prehospitalt. Universitetssykehuset i Nord Norge sine prosedyrer hevder at CO-oximeteret gjør triagering av pasienter enklere (Vedlegg 4). Prosedyrene fra helseforetakene ligger som vedlegg 1-7. Følgende tabell oppsummerer ambulansesprosedyrene ved CO-forgiftning fra de forskjellige helseforetakene vi har fått tilgang til:

	Har CO-oximeter i ambulansen	Lister symptomer som uspesifikke	Oksygenbehandling hos mistenkt forgiftet	Egen prosedyre for CO- forgiftning
Helse Fonna		x	x	x
Helse Stavanger		x	x	x
Helse Bergen		x	x	x
Helse Midt-Norge		x	x	
Sykehuset i Vestfold	x	x	x	x
Sykehuset i Østfold		x	x	
Universitetssykehuset i Nord-Norge	x	x	x	x

**Tabell 2:** Oppsummering av tilsendte ambulanseprosedyrer

## 3 Metode

Denne delen av oppgaven tar for seg valg av metode, søkeprosessen, kildekritikk og etiske overveielser.

### 3.1 Litteraturstudie som metode

Denne oppgaven ble gjennomført som en litteraturstudie, da den metodiske tilnærmingen ansees som hensiktsmessig for å besvare problemstillingen. En litteraturstudie tar for seg allerede eksisterende forskningsartikler, som blir identifisert gjennom en systematisk søkeprosess (Aveyard, 2019, s. 2). Et systematisk litteratursøk er planlagt, begrunnet, dokumentert og kan etterprøves, ved å analysere og sammenlikne vitenskapelige studier kan en oppnå ny teoretisk innsikt (Aveyard 2019, s. 2; Thidemann, 2019, s. 82). Det finnes ulike forskningsdesign som egner seg ved forskjellige kjernesporsmål, ulik tilnærming kan fange opp forskjellige aspekter av en problemstilling (Helsebiblioteket, 2017a). Oppgaven har en kvantitativ tilnærming for å undersøke et diagnostisk spørsmål relatert til potensiell identifisering av CO-forgiftning ved bruk av CO-oximeter i en prehospital setting. Kvalitativ metode går i dybden på det som undersøkes, ved å innhente mange opplysninger fra få enheter. I motsetning gir kvantitativ metode målbare data, ved å innhente mindre opplysninger fra mange enheter (Dalland, 2020, s. 52-53).

Vi har anvendt primærforskning, som er originalartikler der ny kunnskap er presenteres (Dalland, 2020, s. 162). Ved å lese originale studier kan dataene analyseres og kritiseres i lys av problemstillingen. Sekundærforskning benytter data som allerede eksisterer, og oppsummerer primærstudiene ved kritisk gjennomgang (Dalland, 2020, s. 163). Systematiske oversikter ble ikke benyttet i denne oppgaven, til tross for at de står høyere enn primærstudier vist i kunnskapspyramiden til «Jobb kunnskapsbasert!» (Nortvedt et al., 2021, s.53).



## 3.2 Søkestrategi

For å få oversikt over litteratur på valgt tema, ble det gjennomført et bredt ustrukturert søk i Google Scholar, Ambulanseforum, Tidsskrift for Den norske legeförening, ORIA, CINAHL og MEDLINE. Søket omhandlet symptomer og diagnostikk ved CO-forgiftning. Søket gav et stort treff på dette temaet, med ulike innfallsvinkler. For å systematisere søket ble PICO-skjemaet anvendt som hjelpemiddel. Skjemaet bidrar til å definere kjernespmålet i problemstillingen (Nortvedt et al., 2021, s. 37). Bibliotekar ved Universitetet i Stavanger har vært med i utformingen av PICO-skjemaet for oppgaven, vist i tabell 3. (P) Populasjonen vi ønsket å undersøke var pasienter med karbonmonoksidforgiftning prehospitalt. (I) Intervensjonen var CO-oximeteret. (C) Sammenligningen vurderer påliteligheten til CO-oximeteret i forhold til standard blodprøver tatt inhospitalt. (O) Utfallet var å se effekten av CO-oximeteret, om den klarer å identifisere forgiftninger, og dermed bidra til tentativ diagnose.

P	Karbonmonoksidforgiftede pasienter prehospitalt	Carbon monoxide poisoning, exposure  Prehospital, emergency medical service
I	Co-oximeter	Co-oximeter
C	Sammenligne med blodprøver tatt inhospitalt	
O	Effekt, tentativ diagnose	Effect, triage, tentative diagnosis

**Tabell 3:** PICO-skjema. (Nortvedt et al., 2021, s. 37-38).

MeSH i MEDLINE ble anvendt for å finne gode og tilpassede søkeord. MeSH står for Medical Subject Headings, og er et emneordsystem. Emneord er søkeord i databasen som beskriver innhold i artikler, og foreslår synonymer (Thidemann, 2019, s. 86). Både emneord og tekstord ble benyttet i oppgavens systematiske søk, slik at ingen relevante artikler ble oversett. Ved å

inkludere tekstord i søket får man treff der ordene forekommer, enten det er i tittel, sammendrag eller annen tekst (Nortvedt et al., 2021, s. 69). Søkeordene i PICO-skjemaet ble erstattet med foreslåtte søkeord fra MeSH.

Databasene som ble benyttet var tilgjengelig via Universitetet i Stavanger sitt bibliotek. Systematiske søk ble utført i CINAHL og MEDLINE. CINAHL dekker sykepleie og andre helsefagområder. Den inneholder internasjonale tidsskrifter og har et høyt antall publikasjoner. MEDLINE er en database innenfor medisin og sykepleie, med referanser til mer enn 30 millioner artikler fra ulike tidsskrifter internasjonalt (Nortvedt et al., 2021, s. 62). Systematiske søk ble gjort i de nevnte databasene, da beskrivelsen av dem fremstod som hensiktsmessige for å finne relevante studier til problemstillingen.

Det første søket ble gjort i MEDLINE. Søket ble gjort ved å danne bolker bestående av flere synonymer for en gruppe ord kombinert med «OR». For eksempel (MH «Emergency Medical Services+») «OR» «prehospital or paramedic or ambulance». Dette ble gjort med tilsvarende synonymer i de andre bolkene. MEDLINE gir forslag på søkeord som kan brukes i databasen. Søkeordene fra MEDLINE ble inkludert i søkebolkene for å øke treffsikkerheten. Fullstendig framgangsmåte for søk gjort i MEDLINE og CINAHL ligger som vedlegg 8 og 9. I det første søket ble de tre første bolkene kombinert med «AND». Det andre søket kombinerte alle fire bolkene med «AND». Hensikten var å undersøke om det fantes variasjon i resultatene av artikler. Søkeprosessen i databasen CINAHL ble gjennomført på nøyaktig samme måte.

<p><b>Bolk 1:</b></p> <p>(MH «Emergency Medical Services+») <b>OR</b> «emergency medical services» <b>OR</b> «prehospital or pre hospital or pre-hospital or out of hospital care or emergency medical services or prehospital service» <b>OR</b> «prehospital or paramedic or ambulance» <b>OR</b> «ambulance or paramedic or emergency medical service»</p>	<p><b>Bolk 2:</b></p> <p>(MH «Carbon Monoxide») <b>OR</b> «carbon monoxide» <b>OR</b> (MH «Carbon Monoxide Poisoning») <b>OR</b> «carbon monoxide poisoning» <b>OR</b> «carbon monoxide intoxication» <b>OR</b> «carbon monoxide exposure»</p>	<p><b>Bolk 3:</b></p> <p>«co-oximeter» <b>OR</b> «co-oximetry» <b>OR</b> «cooximetry» <b>OR</b> «cooximeter»</p>	<p><b>Bolk 4:</b></p> <p>«effects or impact or consequences» <b>OR</b> «effect» <b>OR</b> (MH «Triage») <b>OR</b> «triage» <b>OR</b> «triage in the emergency department» <b>OR</b> «triage tool» <b>OR</b> (MH «Reference Tools+»)</p>
<p><b>AND</b></p>			

**Tabell 4:** gruppering av ord som ble kombinert med «OR», og dannet bolker som ble kombinert med «AND».

Tabell 5 presenterer resultatene av artikler som ble identifisert gjennom de ulike søkebolkene utført i databasene.

	Resultat av artikler	
	MEDLINE	CINAHL
Bolk 1, 2 og 3	16	9
Bolk 1,2, 3 og 4	6	2

**Tabell 5:** resultat av søk i databasene. Totalt 33 artikler.

### 3.3 Inklusjons- og eksklusjonskriterier

Forskningsstudiene ble vurdert i henhold til inklusjons- og eksklusjonskriteriene, en fullstendig liste over kriteriene er presentert i tabell 6. Et av inklusjonskriteriene er at artiklene må være fagfellevurdert. Da har artikkelen gjennomgått en vurderingsprosess, hvor kvalitet og viktighet av forskningen er kontrollert av eksperter på fagfeltet (Nortvedt et al., 2021, s. 200). Artiklene bør være tilgjengelig som fulltekstversjon via Universitetet i Stavanger sitt bibliotek. Det ble ansett som hensiktsmessig å inkludere studier med kvantitativt design fordi problemstillingen undersøker et diagnostisk spørsmål. Inkluderte språk er engelsk, norsk, dansk og svensk, da forskningen kan ha overføringsverdi til norske forhold. Øvrige språk er ekskludert på grunn av risiko for misforståelse av innholdet. Ettersom CO-oximeteret kom på markedet i 2005, er studier eldre enn 15 år ekskludert fra oppgaven (Masimo, 2006). Det ble vurdert at studier kan ha blitt gjennomført i løp av samme periode. Studiene må innfri forskningsetiske standarder, det betyr at pasientene i studiene må ha informert samtykke, og ikke ha vært utsatt for unødvendig risiko (De nasjonale forskningsetiske komiteene, 2014). Et kriterium for at studiene ble inkludert i oppgaven var at forskning ikke gikk på bekostning av deltakerne. Søk i databaser er nytt for oss, og etterspurte derfor hjelp fra bibliotekar på Universitetet i Stavanger for å finne nyere forskningsstudier. I samråd ble det ikke funnet nyere studier som oppfylte de angitte kriteriene.

	<b>Inklusjonskriterier</b>	<b>Eksklusjonskriterier</b>
Populasjon/kontekst	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Personer eksponert for karbonmonoksid, mistanke om forgiftning</li> <li>- CO-oximeter benyttet som diagnostiseringsverktøy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pasienter forgiftet med kombinasjonsgasser. For eksempel cyanid</li> <li>- Studier som ikke har overføringsverdi til pre hospital kontekst</li> <li>- Studier som kun inkluderer barn</li> </ul>
Språk og land	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Norsk, svensk, dansk og engelsk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Andre språk</li> </ul>
Tidsavgrensning	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2005 – 2024</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eldre enn 2005</li> </ul>
Studiedesign	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kvantitativ metode</li> <li>- Abstract og IMRaD struktur</li> <li>- Fagfellevurdert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kvalitativ metode</li> <li>- Systematiske oversikter</li> </ul>
Tilgjengelighet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fulltekst via Universitetet i Stavanger sitt bibliotek</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kun sammendrag</li> </ul>
Forskningsetikk	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Innfrir forskningsetiske krav og standarder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Studier som ikke tar hensyn til forskningsetiske standarder</li> </ul>

**Tabell 6:** Inklusjons- og eksklusjonskriterier (Grønseth & Jerpseth, 2019, s. 88).

### 3.4 Selektering av forskningsartikler

Systematiske søk i databasene resulterte i totalt 33 artikler. Tabell 7 illustrerer utvalget av artikler. For å verifisere om artiklene var fagfellevurdert, ble de søkt opp i ORIA. Syv av artiklene i CINAHL var identisk med søkeresultatet i MEDLINE, artiklene ble derfor lest i MEDLINE. Fire av artiklene var kun var tilgjengelig i CINAHL, de ble utelukket på grunn av eksklusjonskriterier. Femten abstrakt ble lest, åtte av de framstod som relevante for problemstillingen, og ble derfor lest fulltekst av. På bakgrunn av eksklusjonskriterier for oppgaven ble to artikler ekskludert. For å bedømme påliteligheten av de gjenværende artiklene, ble overordnede spørsmål fra helsebiblioteket brukt som et kritisk verktøy for å evaluere studiene. Disse spørsmålene er standardiserte og uavhengig av studiedesign (Helsebiblioteket, 2021). Dette resulterte i fire studier som ble inkludert i oppgaven.

Emneord og søkeord	Database	Treff	Leste abstrakt	Aktuelle artikler basert på abstrakt	Inkluderte artikler
Bolk 1, 2, 3	MEDLINE	16	15	8	4
Bolk 1,2, 4, og 4	MEDLINE	6	3	3	0
Bolk 1,2,3	CINAHL	9	2	0	0
Bolk 1,2,3 og 4	CINAHL	2	2	0	0

**Tabell 7:** selektering av artikler

### 3.5 Kildekritikk

All informasjon og kunnskap er ikke like holdbar (Dalland, 2020, s. 140). Kildekritikk har vært gjennomgående i oppgaven, fra valg av metode og søkestrategi til utforming av inklusjons- og

eksklusjonskriterier. For å vurdere kvaliteten av de kvantitative studiene ble deres validitet og reliabilitet undersøkt. Validitetsvurdering fokuserer på om studien måler det den skal, reliabilitet handler om hvor pålitelig studien er (Aveyard, 2019, s. 113). Som tidligere påpekt, ble ORIA benyttet for å verifisere at studiene var fagfellevurdert. Sjekklistene fra helsebiblioteket ble brukt for å sikre kvaliteten, men også for å identifisere styrker og svakheter med studiene i henhold til problemstillingen (Helsebiblioteket, 2021). Sjekklistene er tilpasset de ulike studiedesignene, og ligger som vedlegg 10.

Studien til Nilson et al. (2010) innhentet data ved å gå gjennom store mengder journaldata retrospektivt. En sjekklister for diagnosestudier ble vurdert som den mest egnede tilnærmingen, og gjennom denne ble studiets svakhet med manglende kontrollmålinger i form av blodprøver framhevet. Studiene til Deniz et al. (2017) og Touger et al. (2010) ble kontrollert med sjekklister for tverrsnittstudier, mens sjekklister for kohortstudier ble brukt til studien av Suner et al. (2008).

Studiene har tatt utgangspunkt i pasienter på totalt fire akuttmottak, og dermed kan populasjonen som ble studert anses som begrenset. Det er viktig å understreke at forekomsten av CO-forgiftning generelt er høyere i USA og Tyrkia, hvor studiene ble gjennomført, sammenlignet med Norge, hvor bruk av gass i Norge i større grad begrenses til fritidsbruk (Jacobsen, 2020). I de utvalgte studiene er det varierende grad av verifisering av CO-forgiftede ved hjelp av blodprøvemåling. Deniz et al. (2017) tok ingen COHb-målinger, og Touger et al. (2010) er den eneste studien som tar SpCO og COHb på samme tidspunkt. De resterende tar COHb i varierende grad, og det anses som en svakhet at blodprøver ikke ble standardisert i alle studiene. Likevel ses utfordringen med ved å gjennomføre COHb-test på samtlige pasienter på et travelt akuttmottak. På tross av denne svakheten ble studiene benyttet da oppgaven undersøker om bruk av CO-oximeter er gjennomførbart prehospitalt. Videre påpeker studiene sine egne svakheter, noe som anses som en styrke.

Ingen av studiene er utført i Norge, eller andre nordiske land. Studiene kan likevel ha en overføringsverdi til norske forhold, da CO-oximeteret som er benyttet i studiene er tilgjengelig på markedet i Norge. Tre av studiene ble gjennomført i akuttmottak på sykehus. Dette anses som en styrke fordi omgivelsene er under mer kontrollerte forhold, sammenlignet med prehospital

forskning. Forskning som blir gjennomført prehospitalt kan preges av varierte og uforutsigbare miljøer og situasjoner, noe som kan påvirke datainnsamlingen.

### 3.6 Analyse av data

Oppgaven presenterer en litteratormatrise for å skape oversikt over data og hovedfunn ved studiene. Den oppsummerer metode, antall deltakere, hensikt og hovedfunn (Grønseth & Jerpseth, 2019, s. 94). Litteratormatrisen er tilgjengelig som vedlegg 11. Videre ble resultatene fra studiene analysert og gjennomgående temaer ble identifisert. Tabell 8 ble utarbeidet for å systematisere hvilke studier som adresserte de ulike hovedelementene. Dette resulterte i overordnede temaer som presenterer resultatene.

Tema:.. Studie:.	Brukervennlighet, feilmargin og pålitelighet	CO- oximeterets nøyaktighet	Vitale målinger hos pasienter med CO- forgiftning	Symptomer oppgitt av pasienter med CO- forgiftning	Årsak til forgiftning
Suner et al. (2008)	x	x	x	x	x
Deniz et al. (2017)	x	x	x	x	x
Nilson et al. (2010)	x		x	x	
Touger et al. (2010)	x	x			x

**Tabell 8:** Oversikt over hvilke studier som undersøker de utvalgte temaene (Aveyard, 2019, s. 143).



Ved å sammenfatte resultatene fra de ulike studiene blir likheter og ulikheter avdekket. Disse temaene ble også ansett som hensiktsmessige for å besvare problemstillingen (Aveyard, 2019, s. 141).

### 3.7 Etiske overveielser

Forskning innenfor medisin og helsefag er regulert av lover og deklarasjoner.

Helseforskningsloven omfatter forskning utført i Norge, og forskning som gjennomføres av forskningsansvarlige etablert i Norge. Loven vektlegger personvern, men sikrer også etisk forsvarlig forskning og menneskerettigheter (Helseforskningsloven, 2008).

Helsinkideklarasjonen er utformet av Verdens legeforening. Den består av etiske retningslinjer, hvor informert samtykke og vitenskapelig kvalitet er sentralt. Forskning og ny kunnskap skal ikke gå på bekostning av personer (De nasjonale forskningsetiske komiteene, 2014). Det er ikke utført primærforskning i denne oppgaven, men de utvalgte studiene overholder etiske lover og retningslinjer. Et av inklusjonskriteriene var kvantitative studier, noe som innebærer data fra mange individer. Artiklene ivaretar personvernet. Deltakerne var heller ikke utsatt for inngrepene tiltak, eller opplevde forsinket pasientbehandling grunnet deltakelse i studiet. Kildehenvisning er sentralt i oppgaven, det er en akademisk verdi som fører til åpenhet, etterprøvbarehet, og vitenskapelig redelighet (Dalland, 2020, s. 140). Ved å kildehenvise er man også hensynsfull ovenfor andre sitt arbeid.

## 4 Resultater

I denne delen blir resultatene fra de fire studiene presentert tematisk, ut fra hovedelementene som ble identifisert. Temaene belyser problemstillingen, hvorvidt CO-oximeteret kan være med på å avdekke karbonmonoksidforgiftning prehospitalt. Resultatene blir presentert under følgende tema: Brukervennlighet, feilmargin og pålitelighet, CO-oximeterets nøyaktighet og vitale målinger hos pasienter med CO-forgiftning, symptomer oppgitt av pasienter med CO-forgiftning, og årsak til forgiftning. Fullstendig litteratormatrise ligger som vedlegg 11. Her blir en forenklet versjon med hensikt, design og hovedfunn presentert.

<b>Forfatter(e)</b>	Suner et al. (2008)	Deniz et al. (2017)	Nilson et al. (2010)	Touger et al. (2010)
<b>Årstall</b>				
<b>Hensikt</b>	Avgjøre om CO-oximeteret kan brukes i akuttmottak med høy pasientbelastning	Vurdere om CO-oximeteret kan bidra i å tidlig identifisere forgiftede pasienter	Undersøke om CO-oximeteret kan benyttes prehospitalt	Sammenligne CO-oximeter verdier med standard blodprøve
<b>Design</b>	Prospektiv kohortstudie	Tversnittstudie	Retrospektiv journalgjennomgang	Tversnittstudie
<b>Deltakere</b>	n=10.856	n=1788	n=3009	n=120
<b>Hovedfunn/ resultater</b>	<p>28 personer hadde CO-forgiftning. 11 ble oppdaget gjennom screeningen.</p> <p>Pasienter med forhøyet SpCO-verdi ble verifisert med standard venøs blodprøve. Det var god korrelasjon mellom SpCO og venøs COHb (<math>r=0.72</math>).</p> <p>22 pasienter med forhøyet SpCO hadde derimot normale COHb verdier.</p> <p>CO-oximeteret hadde en sensitivitet på 94% og spesifisitet på 54% sammenlignet med gullstandard test (venøsblood prøve).</p> <p>Ingen korrelasjon mellom SpCO og alder, hjertefrekvens, respirasjonsfrekvens, SpO<sub>2</sub>, systolisk og diastolisk blodtrykk.</p>	<p>106 hadde CO-forgiftning. Ingen av dem hadde spesifikke symptomer eller sykehistorie som pekte mot CO eksponering. Studien hadde ingen kontrollgruppe.</p> <p>De vanligste symptomene hos de CO-forgiftede pasientene var: hodepine, svimmelhet, kvalme, utmattelse, oppkast og besvimelse.</p> <p>De vanligste symptomene hos pasientene uten forgiftning var: besvimelse, kvalme, svimmelhet, hodepine og oppkast.</p> <p>101 av pasientene mottok normobar oksygenbehandling.</p>	<p>1093 pasienter med dokumentert SpCO.</p> <p>241 pasienter hadde SpCO &gt; 5%, 56 pasienter hadde SpCO &gt; 10%, 11 pasienter hadde SpCO &gt; 15%.</p> <p>Ingen korrelasjon mellom SpCO og hjertefrekvens, respirasjonsfrekvens, SpO<sub>2</sub> eller MAP.</p> <p>10 av pasientene med dokumentert SpCO &gt; 15% hadde ikke COHb verdier i venøsbloodprøve.</p> <p>2 pasienter med SpCO verdi &gt; 21% hadde gjentakende SpCO verdier i triage.</p>	<p>Co-oximeteret identifiserte 11 av 23 pasienter med blodprøveverdier over 15% karboksyhemoglobin.</p> <p>Co-oximeteret hadde en spesifisitet på 99%.</p> <p>12 av tilfellene hadde tekniske problemer med CO-oximeteret.</p>

**Tabell 9:** Forenklet litteraturmatrise (Grønseth & Jerpseth, 2019, s. 94)

## 4.1 Brukervennlighet, feilmargin og pålitelighet

Alle studiene beskriver at CO-oximeteret avleser en SpCO-verdi i løpet av 10-15 sekunder. I studien til Touger et al. (2010) ble CO-oximeteret testet inhospitalt. Tekniske problemer ble bemerket i 12 av tilfellene. 10 av disse skyldtes lavt signal fra CO-oximeteret, og 2 av dem hadde ikke notert årsak til de tekniske problemene. Disse 12 hadde også feilmålinger sammenlignet med COHb-blodprøvene. Omgivelsesbelysning og posisjon av CO-proben er faktorer som kan påvirke resultatet av måling (Touger et al., 2010).

Nilson et al. (2010) belyser nytten av CO-oximeteret da en får undersøkt et stort antall pasienter. CO-oximeteret ble testet på pasienter transportert med brannvesenets ambulanser. Personellet bestod av blant annet paramedisinere med kunnskap om hvilke faktorer som kan påvirke målinger og verdier. Personer som røyker, har for eksempel høyere SpCO-verdi enn ikke-røykere. Videre resulterte studien med at pasienter i akuttmedisinske tjenester kan undersøkes raskt ved bruk av CO-oximeter (Nilson et al., 2010).

Deniz et al. (2017) testet bruk av CO-oximeter i triage på akuttmottak hos pasienter med ikke-spesifikke symptomer. Pasienter med kronisk obstruktiv lungesykdom (KOLS), hemolytisk anemi, og røykere ble ekskludert da SpCO-verdiene kan være forhøyet og dermed påvirke resultatene. Studien poengterer at CO-oximeter bør være en del av de vitale målingene som blir utført i triage hos pasienter som ikke krever akuttbehandling, siden målingen er enkel å gjennomføre (Deniz et al., 2017).

I studien utført av Suner et al. (2008) ble CO-oximeteret testet på akuttmottak i triage. Sykepleiere og teknikere fikk opplæring i bruk av CO-oximeteret, samt hvilke faktorer som påvirker resultatet, som for eksempel falske negler, slanke fingre og feil plassering av CO-proben. Måling av SpCO skulle være en del av standard målingene som ble gjennomført i akuttmottaket under studiet. CO-oximeteret ble brukt på 75% av pasientene, sammenlignet med standardiserte vitale måling som ble målt på 87-95% av pasientene. Studien påpeker at CO-oximeteret markerte flere pasienter med bekreftet CO-forgiftning som ellers ville ha blitt uoppdaget (Suner et al., 2008).

## 4.2 CO-oximeterets nøyaktighet

I studien til Suner et al. (2008) fikk totalt 28 av 10856 pasienter påvist CO-forgiftning ved hjelp av CO-oximeteret. Grenseverdien for hva som ble ansett som en forgiftning var en SpCO-verdi på over eller lik 9% for ikke-røykere, og 13% for røykere. Det ble også foretatt bekreftende COHb-målinger av disse 28 enten med venøs- eller artriell-blodprøve. Mediantiden mellom prøvetakningene var på 67,2 minutter. Korrelasjonen mellom SpCO og COHb var på 0.72. Av 10856 pasienter utpekte CO-oximeteret også 22 pasienter med forhøyede SpCO-verdier, men med avkrefte normale COHb-verdier, det vil si falske-positive resultater. Sensitivitet og spesifisiteten til CO-oximeteret ble dermed satt til 94% og 54% målt på totalt 50 pasienter (Suner et al., 2008).

Deniz et al. (2017) sin studie satte grenseverdien på ansett CO-forgiftning på over eller lik 10% SpCO. Røykere ble ekskludert fra denne studien. Av 1788 pasienter hadde 106 forhøyede SpCO-verdier. Denne studien inkluderte ikke blodprøvetakning med COHb, og det ble derfor ikke forsket på sensitivitet og spesifisitet. Det ble derimot referert til sensitivitet og spesifisitet målt i Suner et al. (2008) studien. I Nilson et al. (2010) sin studie ble det ikke målt noe sensitivitet eller spesifisitet, og det ble heller ikke definert en spesifikk grenseverdi for hva som ble ansett som en CO-forgiftning. Studien kategoriserer pasientene i grupper med SpCO-verdi over eller lik 5, 10 og 15% (Nilson et al., 2010).

I studien til Touger et al. (2010) sammenlignet de CO-oximeteret med COHb-blodprøver. Begge prøvetakningene ble tatt samtidig på totalt 120 pasienter med mistenkt CO-forgiftning. Studien presiserer ingen grenseverdi for hva som regnes som en forgiftning, men skiller mellom pasienter med en COHB over og under 15% i sensitivitet og spesifisitet testen. Snittforskjellen mellom SpCO og COHb var på 1,4%. CO-oximeteret klarte å identifisere 11 av 23 pasienter med COHb målinger over 15%, hvilket gav en sensitivitet på 48%. Spesifisiteten ble målt til 99% da CO-oximeteret identifiserte 96 av 97 pasienter med COHb verdier under 15%. Resultatene fra studien viser flere feilmålinger ved forhøyede verdier over 15%, men nevner også at dette er målt på relativt få pasienter hvorav flesteparten har mørkere hudfarge hvilket kan ha påvirket resultatene (Touger et al., 2010).

### 4.3 Vitale målinger hos pasienter med CO-forgiftning

Ulike vitale målinger ble dokumentert i de enkelte studiene for å forske på om det fantes en korrelasjon mellom SpCO og vitale parametre. I Suner et al. (2008) sin studie ble det målt puls, respirasjonsfrekvens, oksygenmetning og blodtrykk, hvorav ingen hadde korrelasjon til SpCO-verdi (Suner et al., 2008). Det samme viste resultatet i Nilson et al. (2010) sin studie. Studien til Deniz et al. (2017) dokumenterte blodprøvesvar med karbamid, kreatinin, kreatinkinase (CK-MB), blodcelleteller(CBC) og troponiner i tillegg til EKG, på pasienter med SpCO over 10%. Det fantes ingen korrelasjon mellom blodprøvesvarene og SpCO. 70.1% av disse pasientene hadde normal sinusrytme på EKG. Hos de resterende hadde 26,4% sinustakykardi, 11,3 % negative T-bølger og 8,5% hadde påvist ST-depresjon (Deniz et al., 2017).

### 4.4 Symptomer oppgitt av pasienter med CO-forgiftning

I studien til Suner et al. (2008) oppdaget CO-oximeteret 11 skjulte CO-forgiftninger. Symptomene disse pasientene opplevde nevnes i tabellen under. Studien til Deniz et al. (2017) målte SpCO hos udiagnostiserte pasienter som hadde uspesifikke symptomer. Disse pasientene hadde en «*Canadian Triage and Acuity scale level*» på enten 4 eller 5, hvilket triagerer pasientene som mindre kritisk og ikke kritiske pasienter i henhold til deres triageringssystem. 106 av 1788 fikk påvist CO-forgiftning (Deniz et al., 2017). Symptomene som pasientene oppga, er listet i tabellen. Det viste seg å være signifikante forskjeller mellom barn og voksne >18 år når det gjaldt hodepine og utmattelse, der symptomene var mer vanlig hos voksne enn barn. Følgelig blir det poengtert at det ikke var signifikante forskjeller mellom aldersgruppene når det gjaldt andre symptomer. Grad av forgiftning med verdiene SpCO 10-19%, SpCO 20-29% eller SpCO >29% hadde ikke betydning for hvilke symptomer pasientene opplevde (Deniz et al., 2017). I studien til Nilson et al. (2010) ble pasientene kjørt til akuttmottak med brannvesenets ambulanse. Symptomer for pasienter med SpCO >15% oppgitt i tabellen.

Symptomer hos pasienter med CO-forgiftning		
Suner et al. (2008)	Deniz et al. (2017)	Nilson et al. (2010)
Pasient 1: - Depresjon	- Hodepine (35.8%)	- Kortpustet
Pasient 2: - Bipolar lidelse	- Svimmel (30.2%)	- Magesmerter, oppkast, diare
Pasient 3: - Tannverk	- Kvalme (30.2%)	- Kortpustet, feber
Pasient 4: - Hodepine - Arytmi	- Oppkast (21.7%)	- Hypoglykemi
Pasient 5: - Svakhhet - Svimmel	- Synkope (12.3%)	- Alkohol intoks
Pasient 6: - Hodepine - Kroppsverk		- Kronisk rektal smerte
Pasient 7: - Synkope		- Generalisert kroppssmerte
Pasient 8: - Hodepine		- Kortpustet, svakhhet
Pasient 9: - Fall		- Hypoglykemi
Pasient 10: - Kvalme og oppkast		- Anfall
Pasient 11: - Ingen symptomer. Innlagt da ektefellen fikk påvist CO forgiftning		- Tannverk

**Tabell 10:** Symptomer hos pasienter med CO-forgiftning

## 4.5 Årsak til forgiftning

I studien til Deniz et al. (2017) og Suner et al. (2008) kom det fram at flere har CO-forgiftning i høst og vinter månedene, sammenlignet med vår og sommer. Videre var de vanligste kildene til forgiftning ovn (67%), deretter naturgass (18.9%), andre kilder (10.4%) og ukjente kilder (3.8%) (Deniz et al. 2017). Touger et al. (2010) poengterer røykinhalasjon (57%) som den vanligste årsaken til CO eksponering, etterfulgt av feilventilerte brennselsbrennede apparat (39%). 4% av de forgiftede pasientene hadde ukjent eksponeringskilde (Touger et al., 2010).

## 5 Diskusjon

Denne delen av oppgaven tar for seg drøfting av resultatene, etterfulgt av en analyse av styrker og svakheter ved den valgte metoden.

### 5.1 Resultatdiskusjon

#### 5.1.1 Er dagens ambulansesprosedyrer og verktøy gode nok?

Ambulansetjenesten preges av lokale variasjoner, også når det gjelder innhold i prosedyreverket. Felles for prosedyrene ved samtlige helseforetak er at pasienter med mistenkt forgiftning skal ha oksygenbehandling og transporteres til sykehus (vedlegg 1-7). Ordet «mistenkt» kan gi grunnlag for subjektiv tolkning. En paramedisiners tolkning kan preges av ervervet kunnskap og tidligere erfaringer. Når man møter en pasient med symptomer, kliniske tegn og sykehistorie som man gjenkjenner fra en tidligere hendelse, er det større sannsynlighet for fastsettelse av tentativ diagnose. En pasient som for eksempel har vært i en husbrann og har brannskader, hes stemme og sot i ansikt, vil være lett å mistenke for CO-forgiftning basert på sykehistorie og prosedyreverk (Sheridan, 2016). Derimot kan det være vanskelig å finne tentativ diagnose hos pasienter uten åpenbar sykehistorie og kliniske tegn. I slike tilfeller kan verktøyene i ambulansen som måler vitalparametere som oksygenmetning, puls, blodtrykk, temperatur og hjerterytme, bidrar til å finne tentative diagnoser. Når det gjelder avdekning av CO-forgiftning er disse hjelpemidlene begrensende. Det viser også resultatene fra to av studiene, da det ikke fantes noen

sammenheng mellom forgiftning og vitale parameter (Suner et al., 2008; Nilson et al. 2010). Dette kan uttrykke et behov for nye målbare verktøy. Likevel må det tas i betraktning at disse studiene tok vitale målinger i en relativ liten populasjon, som gir et svakt resultatgrunnlag.

Studien til Suner et al. (2008) ekskluderte pasienter i akutt livstruende tilstand. I denne pasientgruppen finnes det trolig større sannsynlighet for avikende vitale målinger, hvilket kunne ha preget resultatet dersom de ble inkludert. Samtidig ses ingen nytteverdi i å inkludere disse pasientene, da de med mistenkt CO-forgiftning og avikende vitale målinger uansett skal ha behandling (vedlegg 1-7). Dermed vil bruk av CO-oximeter i en slik situasjon ikke ha noen praktisk betydning for behandling og valg av behandlingsnivå.

Dagens ambulansesprosedyrer oppgir symptomene på CO-forgiftning som uspesifikke (vedlegg 1-7). Dette samsvarer med resultatene fra artiklene, hvor det finnes store variasjoner av symptomer og få uttalte fellestrekk. I Deniz et al. (2017) sin studie fremlegges hodepine som det mest vanlige symptomet ved forgiftning, etterfulgt av svimmelhet, kvalme og oppkast. Giftinformasjonen skriver at CO-forgiftning ofte presenterer med uspesifikke symptomer, og at grad av forgiftning og COHb-nivå har betydning for hvilke symptomer pasientene har (Giftinformasjonen, 2018). Det samme presiseres i boken til National Association of Emergency Medical Technicians (2020), som er pensumlitteratur på paramedisinstudiet. Studien til Deniz et al. (2017) påpeker derimot at grad av forgiftning ikke hadde betydning for hvilke symptomer pasientene presenterte. En mulig feilkilde kan være at grad av forgiftning kun ble fastsatt av CO-oximeterets SpCO-verdi, uten noen verifisering i form av COHb-blodprøve. I tillegg hadde denne pasientkohorten en Canadian Triage Scale på 4 eller 5, som kategoriserer dem som ikke-akutt. Symptomene giftinformasjon oppgir under kategorien «lett forgiftning», samsvarer godt med resultatet i Deniz et al. (2017) sin studie. Giftinformasjonen identifiserer symptomer som bevissthetsendring, arytmier, og kramper ved moderat til alvorlig forgiftning (Giftinformasjonen, 2018). Dette er symptomer som kategoriserer en kritisk pasient, som igjen ble ekskludert fra Deniz et al. (2017) sin studie. Det er derfor grunn til å tro at Deniz et al. (2017) sine inkluderte pasienter med forhøyede SpCO-verdier kun var lett forgiftet.

Studiene som tok for seg pasienter med ikke-spesifikke symptomer, viste at det var likheter mellom symptomene hos pasienter med og uten CO-forgiftning. Dette samsvarer med norske retningslinjer fra Giftinformasjon, hvor det presiseres at CO-forgiftning enkelt kan forveksles



med andre sykdomsforløp (Giftinformasjonen, 2018). Dette understreker utfordringen med å oppdage CO-forgiftning dersom man ikke har en klar mistanke fra sykehistorie, kliniske tegn og symptomer. Det finnes tilfeller hvor pasienten ikke er klar over egen eksponering for CO, hvilket gjør det utfordrende for helsepersonell å mistenke forgiftning (Suner et al., 2008). Standardiserte vitale målinger som blodtrykk, oksygenmetning, puls og respirasjonsfrekvens, fremstår ikke som tilstrekkelig for å avdekke CO-forgiftning. Bruk av CO-oximeter kan derfor ha en nytteverdi, hvilket samsvarer med UNN og Sykehuset i Vestfold sin praksis.

### 5.1.2 Er CO-oximeteret nøyaktig nok til å brukes i ambulansetjenesten?

Direktoratet for medisinske produkter kontrollerer medisinsk utstyr som blir brukt i helsevesenet (Helse- og omsorgsdepartementet, 2024). Sensitivitet og spesifisitet uttrykker påliteligheten til medisinsk utstyr, og kan ha betydning for hvor mye helsepersonell bør la instrumentet prege sin beslutningstaking. To av studiene undersøkte CO-oximeterets sensitivitet og spesifisitet, og det var betydelig forskjeller mellom dem. I Suner et al. (2008) ble det observert en sensitivitet og spesifisitet på 94% og 54%, mens Touger et al. (2010) rapporterte tallene 48% og 99% (Touger et al., 2010). Ulikheten kan skyldes forskjellen i studiene sin metodiske tilnærming, samt ulike grenseverdier for forgiftning. I tillegg fantes det forskjeller i pasientgruppene som ble undersøkt. Suner et al. (2008) målte SpCO på alle pasientene i triage på et akuttmottak, mens Touger et al. (2010) gjennomførte målingen på pasienter som allerede var mistenkt for CO-forgiftning. Sistnevnte hadde generelt høyere SpCO-verdi hos sine pasienter (Touger et al., 2010). Suner et al. (2008) sine pasienter i triage hadde mildere forgiftninger, ettersom pasienter med alvorlig forgiftning ville vært triagert som kritisk syk og dermed blitt ekskludert på grunn av studiens kriterier. Touger et al. (2010) var den eneste studien som målte COHb og SpCO samtidig, noe som kan gi økt nøyaktighet i resultatene.

Studien til Touger et al. (2010) påpekte at CO-oximeteret har en dårligere nøyaktighet ved høyere verdier over 15% COHb. Denne prosentandelen ble brukt som grenseverdi ved måling av sensitivitet og spesifisitet. Det betyr at en pasient med en COHb på 16% ble vurdert som positiv, mens en med 14% ble ansett som negativ. Hvis for eksempel pasienten har en COHb i blodet på 16%, men CO-oximeteret viser en SpCO på 14%, vil dette svaret være falsk-negativ. I dette tilfelle klarer ikke CO-oximeteret testen, men kan likevel være nok til å gi en paramedisiner mistanke om CO-forgiftning ettersom Giftinformasjonen sine retningslinjer anser en COHb på

over 10% som en forgiftning (Giftinformasjonen, 2018). Center for Disease Control and Prevention (CDC) oppgir på sin offisielle nettside at COHb bør måles for å kunne bekrefte CO-forgiftning. CDC har definert grenseverdiene for mistanke om CO-forgiftning som COHb over 2 % for ikke- røykere, og COHb over 9% for røykere (Center for Disease Control and Prevention, 2020). Dette understreker viktigheten av å innhente informasjon om røykevaner, samt presisere forskjellige SpCO-verdier for røykere og ikke-røykere i ambulansesprosedyrene.

Resultatene fra Suner et al. (2008) sin studie viste en lavere spesifisitet enn det Touger et al. (2010) sine resultater viste. Det betyr at det finnes en risiko for falsk-negative verdier, hvor CO-oximeteret kan vise lave SpCO-verdier hos CO-forgiftede pasienter. Dette kan indikere at forgiftede pasienter kan bli oversett.

Begge de overnevnte artiklene gjennomførte forskningen på et sykehus, som medfører noen ulikheter til hvordan prehospitalt arbeid foregår. En paramedisineres oppgave er å behandle tentative diagnoser. For å fastsette en sikker diagnose trenger man trolig mer nøyaktighet enn det som trengs i ambulansen. Touger et al. (2010) sin studie hadde som hensikt å undersøke om CO-oximeteret kunne erstatte COHb-blodprøve. Resultatet viste at CO-oximeteret ikke var nøyaktig nok til dette formålet. Studien presiserer at  $\frac{3}{4}$  av pasientene som ble undersøkt hadde mørk hudfarge. De nevner selv at det tidligere er rapportert at hudfarge kan være en feilkilde, da det kan påvirke CO-oximeterets finger-probe.

Oppsummert viser nåværende forskning at CO-oximeteret ikke presis nok til å erstatte blodprøver, men kan fortsatt være nyttig i ambulansetjenesten. En forhøyet SpCO-verdi kan gi indikasjon på hvem som skal ha behandling. Studiene har ulikheter når det gjelder sensitivitet og spesifisitet, og er i tillegg undersøkt i en liten populasjon. Dette understreker behovet for videre testing av CO-oximeterets nøyaktighet, samt viktigheten av at helsepersonell må være kritisk til CO-oximeterets SpCO-verdier. Dette samsvarer godt med Universitetssykehuset i Nord-Norge sine prosedyrer som presiserer at SpCO kan avvike fra COHb målt i blodprøver (vedlegg 4).

### 5.1.3 Utfordringer og tilpasninger med CO-oximeteret

Resultatene fra studiene er enige om at CO-oximeteret er enkelt å bruke, da den bruker 10-15 sekunder på å måle SpCO-verdien. Dette gjorde det mulig å utføre målingen på mange pasienter over kort tid (Deniz et al., 2017; Nilson et al., 2010; Suner et al., 2008). Til tross for CO-

oximeterets enkelthet, fremlegger Suner et al. (2008) antydninger til implementeringsproblemer da CO-oximeteret kun ble brukt på 75% av pasientene. Til sammenligning ble vitale målinger målt hos 87-95% av pasientene. Nilson et al. (2010) nevner også at CO-oximeteret kun ble brukt på 40% av pasientene. I motsetning til CO-oximeteret er vitale målinger blitt brukt i lang tid, og er en innøvd rutine for helsepersonell. Innøvd rutiner krever gjerne mindre kapasitet, mens innføring av nye metoder og verktøy krever mer innsats i innføringsfasen. Dette påpekes også i diskusjonen til Suner et al. (2008), og at økning i standardiserte oppgaver, som måling med CO-oximeter av alle pasienter, kan ytterligere belaste helsepersonell. Dette kan føre til flere misforståelser og forsinkelse i oppfølging og behandling av pasienter (Suner et al., 2008). Samtidig viser studien at CO-oximeteret oppdaget flere skjulte CO-forgiftede pasienter, som ellers ikke ville blitt oppdaget. Det er mulig at dette kan kompensere for belastningen av å gjennomføre målingen. Studien til Suner et al. (2008) ble gjennomført i løp av noen måneder. Den begrensede varigheten av forskningen kan ha påvirket resultatene, som viser at det tar tid å fase inn nye verktøy og rutiner for helsepersonell. Implementering av CO-oximeteret i ambulansetjenesten kan også by på tilsvarende utfordringer. Nasjonalt kompetansesenter for prehospitalt akuttmedisin (NAKOS) vektlegger at nøkkelen til implementering av ny kunnskap og verktøy, er at det blir presentert på en enkelt måte i opplæringsfasen. Deres rapport har vist at nett og oppmøtebaserte opplæringstiltak er en god metode for denne innføringen, og kan derfor være aktuelt ved innfasing av CO-oximeter (Nilsen et al., 2014).

Helsepersonellet i studiene fikk opplæring i hvordan CO-oximeteret skal brukes, og hvilke faktorer som kan påvirke resultatene (Deniz et al., 2017; Nilson et al., 2010; Suner et al., 2008; Touger et al., 2010). Opplæring kan sikre pålitelig bruk av CO-oximeteret, samtidig som det er viktig for å sikre reliabiliteten til studiene. Studiene fremhever røyking, ulike sykdommer, urene fingre, lys, og feil plassering av proben som påvirkende faktorer (Deniz et al., 2017; Nilson et al., 2010; Suner et al., 2008; Touger et al., 2010). Prosedyren til Universitetssykehuset i Nord-Norge tar hensyn til at røykere kan ha forhøyede SpCO-verdier (vedlegg 4). Disse utfordringene er også relevant i den prehospitalt settingen, som preges av at helsepersonell må jobbe i varierte miljø- og værforhold. I tillegg kan ambulanser under transport påvirke CO-oximeterets probe-plassering. Nevnte feilkilder bør belyses, og en grundig innføringsfase er trolig nødvendig for at CO-oximeteret skal kunne være et nyttig verktøy, og for å sikre hensiktsmessig bruk under

pasientforløpet. Mangel på tilstrekkelig forståelse kan føre til feilaktige beslutninger. CO-oximeteret opplevdes som relativt enkel og rask å anvende for ambulanspersonell, og kunne dermed bidra til tidlig avdekning av forgiftning (Nilson et al., 2010).

#### 5.1.4 Implementering i ambulansetjenesten

CO-forgiftning er vanskelig å oppdage på grunn av CO-gassens ikke irriterende egenskaper (Haraldsen, 2024). To av studiene undersøkte om CO-oximeteret kunne avdekke de skjulte forgiftningene. Resultatene viste at CO-oximeteret ved flere tilfeller oppdaget forgiftede pasienter som ellers ville ha vært uoppdaget (Deniz et al., 2017; Suner et al., 2008). De samme studiene påpeker at de vanligste eksponeringskildene for skjult CO-forgiftning var fra gassovner ment for oppvarming og matlaging (Deniz et al., 2017; Suner et al., 2008). Dette forklarer muligens grunnen til at skjulte forgiftninger statistisk sett oppstod mer om høsten og vinteren, da det er et større behov for oppvarmingselement. Bruk av disse er derimot sjeldnere i Norge, som trolig er grunnen til færre forgiftninger (Jacobsen, 2020). Likevel finnes det tilfeller av skjulte forgiftninger i Norge, som for eksempel Grottefesten i Oslo 2020 (Solberg, 2020). Dersom ambulanspersonellet hadde hatt tilgang til CO-oximeteret under Grottefesten, er det mulig at verktøyet kunne bidratt til en tidligere oppdagelse av forgiftningen. Det samme gjelder den egenerfarte hendelsen fra praksis, der pasientene som var CO-forgiftet ikke presenterte noen symptomer.

Som påpekt i studien til Suner et al. (2008) kan introduksjon av nye verktøy og prosedyrer i noen tilfelle føre til at oppmerksomheten blir trukket vekk fra selve pasienten (Suner et al., 2008). Dette kan være en risiko hvis CO-oximeteret skal brukes på alle pasienter i ambulansen, og bør derfor heller være et verktøy som tas i bruk ved behov. Blodsuktermåler er et eksempel på et instrument som benyttes ved behov hos pasienter med endret bevissthet (National Association of Emergency Medical, 2021, s. 196). På samme måte kan uspesifikke symptomer og uklare sykdomsforløp være en indikasjon på å bruke CO-oximeteret i ambulansen.

CO-eksponerte pasienter kan som nevnt være symptomfri, men likevel stå i fare for å utvikle nevrologiske senskader (Giftinformasjonen, 2018). Det pågående forskningsprosjektet som undersøker håndtering og oppfølging av CO-forgiftede pasienter fra grottefesten i Oslo, skal blant annet undersøke hvordan en bør håndtere en slik masseskade hendelse, og hvilke tegn og

symptomer forgiftede pasienter presenterer i den akutte fasen. Det forskes også på nevrologiske senskader ved CO-forgiftning, og det påpekes at det er uenighet om diagnostiske kriterier som fører til senskader (Heyerdahl, 2020). Ved større hendelser, må en paramedisiner raskt kunne sorterte og prioritere ulike pasienter (Legevakthåndboken, 2020). Studienes enighet om CO-oximeterets enkelhet og raske måling tyder på at det muligens kan være effektivt å bruke som et triageringsverktøy i tilfeller med høy pasientbelastning (Deniz et al., 2017; Nilson et al., 2010; Suner et al., 2008). Dette kan indikere at bruk av CO-oximeter prehospitalt kan avdekke forgiftning, initiere behandling, og videre redusere forekomsten av senskader.

## 5.2 Styrker og svakheter ved valgt metode

En litteraturstudie er fordelaktig fordi den undersøker et definert spørsmål gjennom en systematisk prosess og oppsummerer primærstudier innenfor forskning på området. Dette kan bidra til økt forståelse av et tema (Aveyard, 2019, s. 3-4). Metoden ble derfor ansett som hensiktsmessig til denne oppgaven. Problemstillingen ga retningslinjer for hvilke søkeord som ble benyttet til å identifisere relevante studier. Selve formulering av problemstillingen kan ha vært en begrensning for oppgaven, dersom den ikke omfatter hele aspektet av det som var ønskelig å undersøke. Det er første gang vi utfører en litteraturstudie, og flere av trinnene i søkestrategien kan ha påvirket validiteten av oppgaven. Søkeordene ble oversatt til engelsk, og alternative synonymer ble benyttet. Ved oversettelse risikerer man å utelukke søkeord som kunne ha vært nyttig for å besvare problemstillingen. Dette ble vurdert før utvelgelsen av studiene, og det ble etterspurt hjelp fra bibliotekar ved Universitetet i Stavanger for å verifisere søket. Videre kan valg av inklusjons- og eksklusjonskriterier ha resultert i manglende identifisering av relevante studier. Eksempelvis var det ønskelig med kvantitative studier, og ved å ekskludere kvalitative studier er det mulig at viktig informasjon ble oversett, som for eksempel hvordan helsepersonell opplever bruken og nytteverdien av et CO-oximeter.

Søket resulterte i totalt 33 artikler, og den nyeste studien var fra 2017. En av studiene innhentet data fra ambulansen, mens de andre ble gjennomført inhospitalt. Dette kan indikere at det er mangelfull forskning, eller at søkeordene ikke var presise eller omfattende nok til å finne nyere studier utført prehospitalt. For å øke treffsikkerheten ble tekstord og emneord benyttet i søket. Sjekklistene fra helsebiblioteket ble anvendt for å vurdere hvor pålitelige studiene var. Det er første gang vi brukte sjekklistene, som medfører at vår begrensede kjennskap til

forskningsstudier og sjekklister kan ha påvirket vurderingen av dem. Det anses som en styrke å være to som har samarbeidet når det gjelder forståelsen og oversettelse av studiene, og tolking av innholdet. Våre engelskkunnskaper kan også ha påvirket tolkningen av studiene, spesielt når det gjelder oversettelse av faguttrykk.

Oppgaven bygger på fire primærstudier, noe som kan være et begrenset utvalg for å danne en helhetlig forståelse av problemstillingen. Som nevnt tidligere er ingen av studiene utført i nordiske land, og kan dermed påvirke overføringsverdien, spesielt med hensyn til eksponeringskildene i studiene og eventuelle ulikheter i helsevesenet.

## 6 Avslutning og konklusjon

Denne litteraturstudien hadde som hensikt å undersøke om CO-oximeter kunne bidra til å avdekke forgiftning prehospitalt. Studiene som er benyttet i oppgaven viser at CO-forgiftning er en utbredt forgiftning globalt, og kan forårsake alvorlige nevrologiske senskader dersom den oppdages for sent. Grad av forgiftning hadde ifølge studiene ikke betydning for symptombylde til pasienten, og viser seg i varierende karakter. CO-forgiftning kan være vanskelig å oppdage da symptomene er uspesifikke. Dagens gullstandard for diagnostisering av CO-forgiftning er venøs eller arteriell blodprøvetaking med måling av COHb. Studiene presiserer at dette er for invasivt å gjennomføre på alle pasienter, og de har derfor undersøkt om et noninvasivt CO-oximeter kan ha en diagnostisk nytteverdi på et stort antall pasienter.

Resultatene viser at CO-oximeteret ikke er nøyaktig nok til å erstatte blodprøvetaking, men kan likevel markere pasienter med mulig forgiftning som bør verifiseres med blodprøver. Det ble heller ikke påvist sammenheng mellom CO-forgiftning og vitale målinger som er tilgjengelig i ambulansen i dag.

Flere av studiene konkluderte med at CO-oximeteret bidro til å oppdage flere skjulte CO-forgiftninger, hvor et av dem ble gjennomført i ambulansetjenesten. Ambulansetjenesten kan ha nytte av CO-oximeteret da den er enkel å bruke, og kan bidra som et beslutningsverktøy for valg av behandlingsnivå og behandling. Ambulansesprosedyrene vi har fått tilgang til viser at CO-oximeter allerede benyttes som en del av dagens praksis i to helseforetak i Norge. Det bør for øvrig understrekes at resultatene i litteraturstudien viste til ulike resultater på instrumentets nøyaktighet, noe som tilsier at verktøyet ikke bør erstatte klinisk skjønn og vurdering. Det foreligger derfor et behov for ytterligere forskning på instrumentets nøyaktighet og nytteverdi i prehospital tjeneste.

Vi konkluderer med at CO-oximeteret kan være nyttig for å indikere CO-forgiftning prehospitalt i situasjoner hvor kliniske tegn, symptomer og sykehistorie alene ikke er tilstrekkelig til å gi mistanke om forgiftning. Tidlig avdekking av CO-forgiftning kan føre til raskere behandling og muligens minimere nevrologisk senskader.

## Referanseliste:

- Andrew, E., & Iversen, K. (2015). *Gift og forgiftninger i Norge*. Cappelen Damm akademisk.
- Aveyard, H. (2019). *Doing a literature review in health and social care : a practical guide* (Fourth edition. ed.). McGraw Hill Education/Open University Press.
- Barker, S., Curry, J., Redford, D., & Morgan, S. (2006). Measurement of Carboxyhemoglobin and Methemoglobin by Pulse Oximetry. *Anesthesiology*, *105*, 892-897.  
<https://doi.org/10.1097/00000542-200611000-00008>
- Braut, G. S. (2019). Referansetest In *Store medisinske leksikon*. Store norske leksikon Astrid-Mette Husøy. <https://sml.snl.no/referansetest>
- Braut, G. S. (2023). spesifisitet. In *Store norske leksikon*. Store norske leksikon: Sigmund Grønmo. <https://snl.no/spesifisitet>
- Braut, G. S. (2024). Screening. In *Store medisinske leksikon*. Store norske leksikon: Dag Steinar Thelle. <https://sml.snl.no/screening>
- Center for Disease Control and Prevention. (2020, 4 november 2020). *Clinical guidance for Carbon Monoxide (CO) Poisoning*. U.S Department of Health & Human Services  
[https://www.cdc.gov/disasters/co\\_guidance.html](https://www.cdc.gov/disasters/co_guidance.html)
- Dalland, O. (2020). *Metode og oppgaveskriving* (7. utgave. ed.). Gyldendal.
- De nasjonale forskningsetiske komiteene. (2014, 10.10.14). *Helsinkideklarasjonen*. De nasjonale forskningsetiske komiteene. <https://www.forskningsetikk.no/ressurser/fbib/lover-retningslinjer/helsinkideklarasjonen/>
- Deniz, T., Kandis, H., Eroglu, O., Gunes, H., Saygun, M., & Kara, I. H. (2017). Carbon monoxide poisoning cases presenting with non-specific symptoms. *Toxicol Ind Health*, *33*(1), 53-60. <https://doi.org/10.1177/0748233716660641>
- Forskrift om nasjonal retningslinje for paramedisinutdanning, (2020).  
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2020-01-31-99/kap2>
- Frøslie, K. F. (2020). korrelasjon. In *Store norske leksikon*. Store norske leksikon: Kathrine Frey Frøslie. <https://snl.no/korrelasjon>
- Giftinformasjonen. (2010, 2024). *Branngasser - behandlingsanbefaling ved forgiftning*. Helsebiblioteket. <https://www.helsebiblioteket.no/forgiftninger/gasser-og-kjemikalier/branngasser-behandlingsanbefaling-ved-forgiftning>



- Giftinformasjonen. (2018). *Karbonmonoksid - behandlingsanbefaling ved forgiftning*. Helga Ruus Lorentzen. <https://www.helsebiblioteket.no/forgiftninger/gasser-og-kjemikalier/karbonmonoksid-behandlingsanbefaling-ved-forgiftning>
- Grønseth, R., & Jerpseth, H. (2019). *Bacheloroppgaven i sykepleie : praktiske råd i skriveprosessen* (1. utgave. ed.). Fagbokforlaget.
- Gustavsen, I., & Heyerdahl, F. (2023). Senskader etter kullosforgiftning. *Tidsskrift for den Norske Lægeforening*. <https://tidsskriftet.no/2023/09/leder/senskader-etter-kullosforgiftning>
- Haakon Haraldsen, B. P. (2024). karbonmonoksid. In E. Bolstad (Ed.), *Store norske leksikon*. <https://snl.no/karbonmonoksid>
- Helse- og omsorgsdepartementet. (2024, 04.01.2024). *Medisinsk utstyr - en viktig del av helsearbeidet*. Regjeringen <https://www.regjeringen.no/no/tema/helse-og-omsorg/legemidler/innsikt/medisinsk-utstyr/id86835/>
- Helsebiblioteket. (2017a). *Spørsmålsformulering*. <https://www.helsebiblioteket.no/innhold/artikler/kunnskapsbasert-praksis/kunnskapsbasertpraksis.no#2sporsmalsformulering>
- Helsebiblioteket. (2017b, 16.06.2017). *Tverrsnittstudie*. <https://www.helsebiblioteket.no/innhold/artikler/kunnskapsbasert-praksis/kunnskapsbasertpraksis.no#4kritisk-vurdering-45-tverrsnittstudie>
- Helsebiblioteket. (2021, 17.09.21). *Kritisk vurdering: sjekklister* <https://www.helsebiblioteket.no/innhold/artikler/kunnskapsbasert-praksis/kunnskapsbasertpraksis.no#4kritisk-vurdering-41-sjekklister>
- Helsedirektoratet. (2020, -). *Nasjonal veileder for masseskadetriage*. -. [https://www.helsedirektoratet.no/veiledere/masseskadetriage/Masseskadetriage%20-%20Nasjonal%20veileder.pdf/\\_/attachment/inline/5f964973-5fb1-4075-a6a4-7c0007896184:4f74d7c6b78f6322bf03dc5a96ba4bb776edfa43/Masseskadetriage%20-%20Nasjonal%20veileder.pdf](https://www.helsedirektoratet.no/veiledere/masseskadetriage/Masseskadetriage%20-%20Nasjonal%20veileder.pdf/_/attachment/inline/5f964973-5fb1-4075-a6a4-7c0007896184:4f74d7c6b78f6322bf03dc5a96ba4bb776edfa43/Masseskadetriage%20-%20Nasjonal%20veileder.pdf)
- Hemoglobin oksygen dissosiasjonskurve*. (2022). [Graf]. [Hemoglobin oksygen dissosiasjonskurve ]. Erik Bolstad, Store medisinske leksikon. [https://sml.snl.no/oksygentransport\\_i\\_blodet](https://sml.snl.no/oksygentransport_i_blodet)

- Heyerdahl, F. (2020). *Håndtering og oppfølging av kullforgiftninger fra "Grottefesten" i Oslo august 2020*. <https://app.cristin.no/projects/show.jsf?id=2503580>
- Holte, H. (2010). *Viktig at den akuttmedisinske vurderingen i et akuttmottak utføres av et team* <https://www.fhi.no/publ/2010/viktig-at-den-akuttmedisinske-vurderingen-i-et-akuttmottak-utføres-av-et-te/>
- Husøy, A.-M. (2019). karboksyhemoglobin. In A.-M. Husøy (Ed.), *Store norske leksikon*. <https://sml.snl.no/karboksyhemoglobin>
- Jacobsen, D. (2020). Karbonmonoksid - den indre kveleren. *Tidsskrift for den Norske Lægeforening*, 140(17). <https://doi.org/10.4045/tidsskr.20.0903>
- Johnsgaard, N. (2024). Systemisk. In *Store Medisinske Leksikon*. sml: Erlend Hem. <https://sml.snl.no/systemisk>
- Karbonmonoksid. (2023). *Karbonmonoksid*. Det matematiske-naturvitenskapelige fakultet. <https://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/leksikon/k/karbonmonoksid.html>
- Kåss, E. (2023). noninvasiv. In *Store Medisinske Leksikon*. sml: Erlend Hem.
- legevakhåndboken. (2020). *Masseskadetriage*. [https://lvh.no/naar\\_det\\_haster/masseskader\\_og\\_katastrofer/masseskader\\_og\\_katastrofer/masseskadetriage](https://lvh.no/naar_det_haster/masseskader_og_katastrofer/masseskader_og_katastrofer/masseskadetriage)
- Lov om medisinsk og helsefaglig forskning, (2008). <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-20-44?q=helseforskningsloven>
- Malt, U., & Stoltenberg, C. sensitivitet (test). In *Store norske leksikon*. Store norske leksikon: Sigmund Grønmo. [https://snl.no/sensitivitet\\_-\\_test](https://snl.no/sensitivitet_-_test)
- Martini, F. H., Nath, J. L., Ober, W. C., Bartholomew, E. F., Welch, K., & Hutchings, R. T. (2018). *Fundamentals of anatomy & physiology* (11th , student edition. ed.). Pearson.
- Masimo. (2006, 1.12.2006). *Clinical update: An Invisible Epidemic*. Masimo. [https://professional.masimo.com/company/news/news-media/2006/?\\_t\\_id=1B2M2Y8AsgTpgAmY7PhCfg%3d%3d&\\_t\\_q=2006&\\_t\\_tags=language%3aen%2csiteid%3a7fa4a473-3872-42fb-b584-85c0e557d676&\\_t\\_ip=152.94.112.213&\\_t\\_hit.id=Masimo2\\_Models\\_Pages\\_StandardPage/\\_2f2c9e5d-0745-4224-a951-a872cd099158\\_en&\\_t\\_hit.pos=1#news-b221dc12-54a8-4148-a66e-4167662a3cf3](https://professional.masimo.com/company/news/news-media/2006/?_t_id=1B2M2Y8AsgTpgAmY7PhCfg%3d%3d&_t_q=2006&_t_tags=language%3aen%2csiteid%3a7fa4a473-3872-42fb-b584-85c0e557d676&_t_ip=152.94.112.213&_t_hit.id=Masimo2_Models_Pages_StandardPage/_2f2c9e5d-0745-4224-a951-a872cd099158_en&_t_hit.pos=1#news-b221dc12-54a8-4148-a66e-4167662a3cf3)

- Masimo. (2016). *Rad 57 operator's manual* Masimo Corporation.  
<https://techdocs.masimo.com/globalassets/techdocs/pdf/lab-9204a.pdf>
- Masimo. *SpCO*. Masimo Corporation. <https://professional.masimo.com/technology/co-oximetry/spco/>
- Mustapha, M. (2022). oksygentransport i blodet. In E. Bolstad (Ed.), *Store Medisinske Leksikon*  
[https://sml.snl.no/oksygentransport\\_i\\_blodet](https://sml.snl.no/oksygentransport_i_blodet)
- National Association of Emergency Medical, T., & American College of Surgeons Committee on, T. (2020). PHTLS : prehospital trauma life support (Ninth edition. ed.). Jones & Bartlett Learning.
- Nilsen, J. E., Wik, L., Kramer-Johansen, J., Styksson, K., Beathe M. Tjelmeland, I., Seland, N., Flingtorp, L. D., & Olsen, J.-Å. (2014). *Fremtidens prehospitaltjenester* (Rapport nr. 3-2014).  
<https://www.regjeringen.no/contentassets/477c27aa89d645e09ece350eaf93fedf/no/sved/03.pdf>
- Nilson, D., Partridge, R., Suner, S., & Jay, G. (2010). Non-invasive carboxyhemoglobin monitoring: screening emergency medical services patients for carbon monoxide exposure. *Prehosp Disaster Med*, 25(3), 253-256.  
<https://doi.org/10.1017/s1049023x00008128>
- Nilstun, C. (2023). Tentativ. In *Store norske leksikon*: Carina Nilstun.  
<https://snl.no/tentativ>
- Nortvedt, M. W., Graverholt, B., Jamtvedt, G., Gundersen, M. W., & Nortvedt, M. W. (2021). *Jobb kunnskapsbasert! : en arbeidsbok* (3. utgave. ed.). Cappelen Damm akademisk.
- Oftedahl, L. (2020). Ambulansearbeider om grottefesten: – Det rant bevisstløse ut av hulen. *ambulanseforum*. <https://ambulanseforum.no/artikler/ambulansearbeider-om-grottefesten-det-rant-bevisstlose-ut-av-hulen>
- Økland, O. P., Nakstad, E. R., & Opdahl, H. (2020). Forgiftning med karbonmonoksid og cyanidgass ved brann. *Tidsskrift for den Norske Lægeforening*, 140(10).  
<https://doi.org/10.4045/tidsskr.19.0748>
- Opdahl, H. (2008). *Oksygentransport og oksygeneringssvikt : kortfattet oversikt over fysiologi, patofysiologi og behandling, med vekt på respiratoriske og sirkulatoriske problemer hos akutt- og intensivpasienter* ([Rev. utg.]. ed.). AGA Linde Gas Therapeutics.

- Opdahl, H. (2021). pulsoksymeter. In *Store medisinske leksikon*: Trond Nordseth.  
<https://sml.snl.no/pulsoksymeter>
- Pulsoksymeter. (2021). In *legevakts håndboka*. legevakts håndboka: Helsebiblioteket.  
[https://lvh.no/naar\\_det\\_haster/praktiske\\_ferdigheter/oksygenbehandling/pulsoksymeter](https://lvh.no/naar_det_haster/praktiske_ferdigheter/oksygenbehandling/pulsoksymeter)
- Rad-57 Pulse CO-Oximeter*. Masimo Corporation.  
<https://professional.masimo.com/products/continuous/rad57/>
- Reed, M. D. (2019). *Critical Care Toxicology. Diagnosis and Management of the Critically Poisoned Patient, Second Edition*. Jeffrey Brent, senior editor. Keith Burkhart, Paul Dargan, Benjamin Hatten, Bruno Megarbane, Robert Palmer, Julian White, editors. Springer International Publishing, AG, 2017, Volumes 1, 2, and 3; 3058 pp. *Journal of clinical pharmacology*, 59(10), 1425-1426. <https://doi.org/10.1002/jcph.1492>
- Sand, O., & Toverud, K. C. (2018). *Menneskekroppen : fysiologi og anatomi* (3. utg. ed.). Gyldendal akademisk.
- Sheridan, R. L. (2016). Fire-Related Inhalation Injury. *New England Journal of Medicine*, 375(5), 464-469. <https://doi.org/doi:10.1056/NEJMra1601128>
- Solberg, T. (2020). Flere kulløsforgiftet etter grottefest i Oslo - 16 prosent oksygen igjen i grotten. *Nettavisen*. <https://www.nettavisen.no/nyheter/flere-kulløsforgiftet-etter-grottefest-i-oslo-16-prosent-oksygen-igjen-i-grotten/s/12-95-3424012219>
- Suner, S., Partridge, R., Sucov, A., Valente, J., Chee, K., Hughes, A., & Jay, G. (2008). Non-Invasive Pulse CO-oximetry Screening in the Emergency Department Identifies Occult Carbon Monoxide Toxicity. *The Journal of Emergency Medicine*, 34(4), 441-450. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2007.12.004>
- Tennøy, S.-L., & Strand, M. (2020, 3.september.2020). Deltakere fra grottefesten har fått hjerneskader *NRK*. <https://www.nrk.no/norge/deltakere-fra-grottefesten-har-fatt-hjerneskader-1.15146429>
- Thidemann, I.-J. (2019). *Bacheloroppgaven for sykepleierstudenter : den lille motivasjonsboken i akademisk oppgaveskriving* (2. utgave. ed.). Universitetsforlaget.
- Touger, M., Birnbaum, A., Wang, J., Chou, K., Pearson, D., & Bijur, P. (2010). Performance of the RAD-57 pulse CO-oximeter compared with standard laboratory carboxyhemoglobin measurement. *Ann Emerg Med*, 56(4), 382-388. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2010.03.041>

# Vedlegg

## Vedlegg 1: Utdrag fra Helse-Midt Norge sin prosedyre «gass og kjemikalier» som handler om karbonmonoksidforgiftning

### Helse Midt-Norge Prehospitale tjenester

---

Mange branngasseksponeringer er beskjedne og ikke behandlingstrengende. Det er vanligvis personer som av ulike grunner blir værende ("fanget") i røyken over noe tid, som utvikler alvorlige symptomer. Oksygen bør gis snarest mulig til alle med tydelig bevissthetspåvirkning eller uttalte respirasjonssymptomer eller hypoksi. Særlig lav terskel for oksygentilførsel til gravide, da fostret utvikler hypoksi før moren.

Symptomer på lett forgiftning med karbonmonoksid og cyanid er kvalme, oppkast, diaré, hodepine, svimmelhet, ustøhet, uro eller tretthet.

Ved alvorlig forgiftning ses koma, kardiovaskulær svikt, kramper, metabolsk acidose, respirasjonssvikt/stans, hjerneødem.

Ved karbonmonoksidforgiftning gis 100 % oksygen, helst med tett maske med reservoar/maske-bag.

Ved cyanidforgiftning gis også oksygen. Benzodiazepiner ved kramper. Cyanidantidot (cyanokit) er også livsnødvendig, og ambulansetjenesten må rekvirere bistand så tidlig som mulig.

## Vedlegg 2: Prosedyren til Sykehuset i Vestfold «kulløs-karbonmonoxid-intox»

### Sykehuset i Vestfold

Tiltaksbok Ambulanse / Traume / skade / kirurgi

#### #7127 - Kulløs- Karbonmonoxid-intox - P

##### Generelt

CO bindes mye sterkere (250 ganger) til hemoglobin enn det O<sub>2</sub> gjør. Hemoglobinet tømmes for oksygen, og det medfører O<sub>2</sub>-mangel i organcellene.

##### Symptomer

- Sykdomsfølelse, tretthet, døsigheit, sløvhett
- Dyspne
- Brystmerter, hjertebank
- Hodepine, forvirring
- Synsforstyrrelse
- Synkope
- Magesmerter, kvalme, oppkast, diare
- Fecal- og urininkontinens
- Hukommelsessvikt
- Gangforstyrrelser
- Merkelige nevrologiske symptomer
- Koma

##### Sykehistorie

- Utsatt for eksos, brenngass, forbrenningsovner i lukkede rom, propangassovner etc.
- Har flere personer vært samme sted?

##### Alvorlighet og behandling

Grad	CO-Hb	Symptomer	Behandling
Mild	10-20%	Hodepine, kvalme, oppkast, svimmelhet	100% O <sub>2</sub> i lukket system

## Sykehuset i Vestfold

---

Middels	21-40%	Synkope, brystmerter, dyspne, svakhet, tachykardi, takypne	100% O <sub>2</sub> i lukket system. <b>Kontakt trykktanke</b> for vurdering
Alvorlig	41-59%	Arytmier, hypotensjon, hjerteiskemi, hjerteinfarkt, lungeødem, kramper, koma, respirasjonsstans, hjerrestans	100% O <sub>2</sub> i lukket system frem til trykktank
Død	60+%	Død	

NB: LP 15 måler ikke over 40 % CO-Hb. Måling skal alltid dokumenteres i journal, selv når CO-Hb er så lav at det ikke framkommer verdi.

## Sykehuset i Vestfold

---

Brystmerter/ infarktpasienter: SpO<sub>2</sub>  $\geq$  90%

ROSC (gjenopprettet egensirkulasjon etter HLR): SpO<sub>2</sub>  $\geq$  95%

Hjerneslag/ TIA: SpO<sub>2</sub>  $\geq$  95%

Sepsis: SpO<sub>2</sub>  $\geq$  95%

KOLS/ Emfysem: SpO<sub>2</sub>  $\geq$  91%

Brann-/ røykskade (mulig CO-intoks): Skal ha Oksygen på maske uansett metning

---

## Vedlegg 3: Utdrag fra prosedyren til Sykehuset Østfold HF «gass og kjemikalier»

### Brannrøyk

I brannrøyk kan det potensielt være flere hundre forskjellige giftstoffer som er irriterende og systemtoksiske (f.eks. cyanid, karbonmonoksid). I tillegg kommer fare for termisk skade, inhalasjon av sot og dannelse av karbondioksid som fortrenger luft.

---

## Sykehuset Østfold HF

---

Mange branngasseksponeringer er beskjedne og ikke behandlingstrengende. Det er vanligvis personer som av ulike grunner blir værende ("fanget") i røyken over noe tid, som utvikler alvorlige symptomer. Oksygen bør gis snarest mulig til alle med tydelig bevissthetspåvirkning eller uttalte respirasjonssymptomer eller hypoksi. Særlig lav terskel for oksygentilførsel til gravide, da fostret utvikler hypoksi før moren.

Symptomer på lett forgiftning med karbonmonoksid og cyanid er kvalme, oppkast, diaré, hodepine, svimmelhet, ustøhet, uro eller tretthet.

Ved alvorlig forgiftning ses koma, kardiovaskulær svikt, kramper, metabolsk acidose, respirasjonssvikt/stans, hjerneødem.

Ved karbonmonoksidforgiftning gis 100 % oksygen, helst med maske/maske-bag.

Ved cyanidforgiftning gis også oksygen. Benzodiazepiner ved kramper. Cyanidantidot (cyanokit) er også livsnødvendig, og ambulansetjenesten må rekvirere bistand så tidlig som mulig.



## Vedlegg 4: Prosedyrer fra Universitetssykehuset i Nord-Norge:

### Universitetssykehuset i Nord-Norge HF

---

Tiltaksbok Ambulanse / 05 Traume

#### #8731 - 17 Brannskader og inhalasjonsskader

##### Brannskader og inhalasjonsskader

##### Arsaker

- Åpen ild.
- Inhalasjonsskader.
- Annen energi (damp, flytende metall).
- Elektrisitetsskader.
- Syre eller lutskader.
- Friksjonsskader.
- Skoldlingsskader.
- Eksplosjonsskader.

##### Sykehistorie

- Eksponeringstid.
- Hva slags varme kilde. Eventuelt hvilke gasser eller brannrøyk er innåndet.
- Har noen sett hendelsen.
- Ved elektriske brannskader – spenning (antall volt), type strøm (vekselstrøm, likestrøm), hvilket beskyttelses utstyr ble eventuelt anvendt (hansker, sko, gummistøvler).

##### Symptomer

- Uro/angst eventuelt bevisstløshet.
- Arytmier ved elektriske skader.
- Høyvoltage, Ofte dype og store skader.

##### Tegn på inhalasjonsskade

- Smerter i og rundt brannskaden.
- Se etter sot i munn og svelg.
- Sot tilblandet spytt.
- Dyspné.
- Brannskader rundt ansikt og hals.
- Ødemer i munn/larynx.
- Lungeødem.
- Hoste og heshet.
- Cyanose.
- Stridor.

OBS! Med nye CorPuls3 er det nå mulig å måle SPCO. Dette er et viktig vital parameter å måle ved mistanke om inhalasjonsskader og bør benyttes ved brannskader.

## 20 Kullsforgiftning

### Tiltak

- Gi oksygen på maske med reservoar 10 – 15 liter/minuttet tilpasienter som har vært eksponert for røyk eller inhalasjonskader. Mange brannskadde har også inhalasjonskader som kan føre til forhøyet CO-nivå i blodet.
- Skyll umiddelbart brannskaden med kaldt vann de i inntil 3-5 minutter.
- Etter 3-5 minutter kan brannskaden skylles med lunket vann i inntil 20 minutter, eller til det er etablert smertelindring.
- Dekk til brannskaden etter skylling/nedkjøling. Kan gjøres med fuktige kompresser og matfolie (Glapack, plastfolie). Husk at brannskader kan føre til hevelser i og rundt skaden. Fjern derfor trange klær, smykker og legg ikke plastfolie for stramt rundt skaden.
- Anlegg venekanyler (helst i uskadd hud området) eller intraossøs tilgang. Væskebehovet til brannskade pasienter kan være stort. Avhengig av brannskadens størrelse. (Se Parklandsformel).

### Videre tiltak

- Forebygg hypotermi. Nedkjøling av brannskader kan føre til hypotermi hos pasienter.
- Smertestillende: Morfin eller Ketalar etter prosedyre.
- Intermitterende kjøling av brannskadet område kan gi god smertestillende effekt.

### Inhalasjonskader

- Inhalasjonsskade gir svikt i gassutvekslingen pga direkte skade på lungevev.
- Symptomer er pustebesvær og hoste. Sot i munn/nese kan gi mistanke (se aktivt etter det).
- Gi 100% oksygen, CPAP kan vurderes.
- Ved astmalignende symptomer kan salbutamol forstøver vurderes.
- I branner risiko for CO-forgiftning og cyanidforgiftning (ligner hverandre) 20 Kullsforgiftning - behandlingen er 100% oksygen.

### #8701 - 20 Kullosforgiftning

#### Kullosforgiftning

- Karbonmonoksid – CO – Kullos er en giftig, usynlig, giftig gass som dannes ved ufullstendig forbrenning. Kullos binder seg til hemoglobinet og fortrenger O<sub>2</sub>, samtidig påvirker CO avgivelse og utnyttelse av oksygen negativt.
- Symptomene på kullosforgiftning er uspesifikke som hodepine, utmattelse, kvalme og svimmelhet.
- Ved alvorlig forgiftninger sees bevissthetstap, kramper, synkope, koma, myocardischemi, arrytmier, lungeødem, acidose og laktatstigning.
- Pulsoksimetri sensor som også måler COHb er nå tilgjengelig i de fleste ambulansene i UNN. Sammen med klinisk vurdering vil dette gjøre triage av pasienter enklere. Behandling av COforgiftning er oksygen i høy konsentrasjon. Ved mild og moderat COforgiftning vil oksygen på maske med reservoar være tilstrekkelig. Ved alvorlig forgiftning skal behandling i trykkammer vurderes.
- Halveringstid COHb: 5 timer i romluft, 90 minutter med oksygen på maske med reservoar og 30 minutter i trykkammer.
- Dersom COHb er mindre enn 5 % er det lite trolig at det foreligger COforgiftning av klinisk betydning.
- Dersom COHb er mellom 5-10 % bør oksygenbehandling vurderes. Røykere kan ha SpCO opp mot 10 %.
- Dersom COHb er 10-20 % bør pasienten til sykehus for observasjon.
- Pasienter som har SpCO over 20 % bør vurderes for behandling i trykkammer. Indikasjon for trykkammerbehandling stilles på bakgrunn av både klinikk og målte verdier (konferer med dykkerlege).
- Føtalt hemoglobin binder CO enda sterkere enn normalt hemoglobin og et foster er vanskelig å vurdere klinisk, gravide bør derfor få behandling i trykkammer dersom de har COHb som er høyere enn 20 %.
- Merk at SpCO (pulsoksimetri), kan avvike noe fra COHb målt i blodgassapparat.

## #1000 - Branngasser og CO forgiftning

### Introduksjon

Tiltakskortet gjelder ved behandling av pasienter utsatt for alle typer røyk, branngasser og/eller mistanke om CO forgiftning.

### Undersøkelser og sykehistorie

- Primærundersøkelse - Traumer
  - Skade hode, ansikt, nakke.
  - Inhalasjon av varme branngasser eller damp?
    - Sot i nese, munn, svelg og svidde ansiktshår, hovne slimhinner.
    - Heshet, stridor, pustevansker.
  - Tegn til truet luftvei:
  - SpO<sub>2</sub> er upålitelig.
  - Bevissthetsnivå (forgiftning med CO, cyanid).
- Sekundærundersøkelse
  - Eventuelt SpCO - OBS kan gi falsk lav verdi.
  - Pasienter med annen sykdom (spesielt lungesyke) er spesielt utsatt.

### Spesielle skader

Ved redusert bevissthet hos pasient etter brann i lukket rom vurder:

#### CO forgiftning

- Symptomene på kullosforgiftning er først uspesifikke som hodepine, utmattelse, kvalme og svimmelhet.
- Alvorlige symptomer: bevissthetstap, kramper, synkope, koma, myocardischemi, arytmier, lungeødem.
  - Vurder transport til trykkammer

#### Cyanid forgiftning

- Symptomer ved lave konsentrasjoner: Hodepine, kvalme, brekninger, store pupiller, lufthunger, påvirket bevissthet. Etter hvert kardiaale arytmier og hypotensjon.
- Symptomer ved høyere konsentrasjoner: Cerebral påvirkning, voldsomme respirasjonsbevegelser, kramper og bevisstløshet. Store, nesten lysstive pupiller. Ustabil sirkulasjon, hjertestans.
  - Vurder rask assistanse for administrasjon av CyanoKit

### Behandling og overvåkning

- Oksygenbehandling, 100% oksygen (maske med reservoar)
- Vurder behov for assistanse til sikring av luftveier og CyanoKit
- Obstruktive symptomer Salbutamol og lpratropiumbromid, eventuelt CPAP.
- Lungeødem: CPAP, eller overtrykksventilasjon ved behov.

### #1000 - Branngasser og CO forgiftning

#### Lokal tilpasning

Hydrocortison brukes ikke av ambulansetjenesten i Helse Bergen.  
Se også tiltakskort om Cyanidforgiftning

#### Introduksjon

Tiltakskortet gjelder ved behandling av pasienter utsatt for alle typer røyk, branngasser og/eller mistanke om CO forgiftning.

#### Undersøkelser og sykehistorie

- Primærundersøkelse - Traumer
  - Skade hode, ansikt, nakke.
  - Inhalasjon av varme branngasser eller damp?
    - Sot i nese, munn, svelg og svidde ansiktshår, hovne slimhinner.
    - Heshet, stridor, pustevansker.
  - Tegn til truet luftvei:
  - SpO<sub>2</sub> er upålitelig.
  - Bevissthetsnivå (forgiftning med CO, cyanid).
- Sekundærundersøkelse
  - Eventuelt SpCO - OBS kan gi falsk lav verdi.
  - Pasienter med annen sykdom (spesielt lungesyke) er spesielt utsatt.

#### Spesielle skader

Ved redusert bevissthet hos pasient etter brann i lukket rom vurder:

#### CO forgiftning

- Symptomene på kullosforgiftning er først uspesifikke som hodepine, utmattelse, kvalme og svimmelhet.
- Alvorlige symptomer: bevissthetstap, kramper, synkope, koma, myocardiemi, arytmier, lungeødem.
  - Vurder transport til trykkammer

#### Cyanid forgiftning

- Symptomer ved lave konsentrasjoner: Hodepine, kvalme, brekninger, store pupiller, lufthunger, påvirket bevissthet. Etter hvert kardiale arytmier og hypotensjon.
- Symptomer ved høyere konsentrasjoner: Cerebral påvirkning, voldsomme respirasjonsbevegelser, kramper og bevisstløshet. Store, nesten lysstive pupiller. Ustabil sirkulasjon, hjertestans.
  - Vurder rask assistanse for administrasjon av CyanoKit

### Behandling og overvåkning

- Oksygenbehandling, 100% oksygen (maske med reservoar)
- Vurder behov for assistanse til sikring av luftveier og CyanoKit
- Obstruktive symptomer Salbutamol og Ipratropiumbromid, eventuelt CPAP.
- Lungeødem: CPAP, eller overtrykksventilasjon ved behov.
- Våkne pasienter, elevert overkropp.
- Hydrocortison
- Kontinuerlig evaluering ABCD

### Grunnlagsinformasjon

#### Introduksjon

Brannrøyk kan inneholde CO, cyanid, sot og luftveisirritanter og kan gi termiske skader. Spesielt aktuelt ved brann i lukket rom og brann i tunnel

#### Indikasjon for behandling

Symptomer etter inhalasjon brannrøyk:

- Heshet, stridor, pustevansker.
- Sot i nese, munn, svelg og svidde ansiktshår, hovne slimhinner.
- Redusert bevissthet.
- Ustabil sirkulasjon, hjertestans.

## #1000 - Branngasser og CO forgiftning

### Introduksjon

Tiltakskortet gjelder ved behandling av pasienter utsatt for alle typer røyk, branngasser og/eller mistanke om CO forgiftning.

### Undersøkelser og sykehistorie

- Primærundersøkelse - Traumer
  - Skade hode, ansikt, nakke.
  - Inhalasjon av varme branngasser eller damp?
    - Sot i nese, munn, svelg og svidde ansiktshår, hovne slimhinner.
    - Heshet, stridor, pustevansker.
  - Tegn til truet luftvei:
  - SpO<sub>2</sub> er upålitelig.
  - Bevissthetsnivå (forgiftning med CO, cyanid).
- Sekundærundersøkelse
  - Eventuelt SpCO - OBS kan gi falsk lav verdi.
  - Pasienter med annen sykdom (spesielt lungesyke) er spesielt utsatt.

### Spesielle skader

Ved redusert bevissthet hos pasient etter brann i lukket rom vurder:

#### CO forgiftning

- Symptomene på kullstofforgiftning er først uspesifikke som hodepine, utmattelse, kvalme og svimmelhet.
- Alvorlige symptomer: bevissthetstap, kramper, synkope, koma, myocardischemi, arrytmier, lungeødem.
  - Vurder transport til trykkammer

#### Cyanid forgiftning

- Symptomer ved lave konsentrasjoner: Hodepine, kvalme, brekninger, store pupiller, lufthunger, påvirket bevissthet. Etter hvert kardialet arytmi og hypotensjon.
- Symptomer ved høyere konsentrasjoner: Cerebral påvirkning, voldsomme respirasjonsbevegelser, kramper og bevisstløshet. Store, nesten lysstive pupiller. Ustabil sirkulasjon, hjertestans.
  - Vurder rask assistanse for administrasjon av CyanoKit

### Behandling og overvåkning

- Oksygenbehandling, 100% oksygen (maske med reservoar)
- Vurder behov for assistanse til sikring av luftveier og CyanoKit
- Obstruktive symptomer Salbutamol og Ipratropiumbromid, eventuelt CPAP.
- Lungeødem: CPAP, eller overtrykksventilasjon ved behov.

### Grunnlagsinformasjon

#### Introduksjon

Brannrøyk kan inneholde CO, cyanid, sot og luftveisirritanter og kan gi termiske skader. Spesielt aktuelt ved brann i lukket rom og brann i tunnel

#### Indikasjon for behandling

Symptomer etter inhalasjon brannrøyk:

- Heshet, stridor, pustevansker.
- Sot i nese, munn, svelg og svidde ansiktshår, hovne slimhinner.
- Redusert bevissthet.
- Ustabil sirkulasjon, hjertestans.



## Vedlegg 8: søkelogg i CINAHL



Tuesday, April 02, 2024 9:13:21 AM

#	Query	Limiters/Expanders	Last Run Via	Results
S32	S9 AND S16 AND S21 AND S30	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	2
S31	S9 AND S16 AND S21	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	9
S30	S22 OR S23 OR S24 OR S25 OR S26 OR S27 OR S28 OR S29	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	1,195,768
S29	(MH "Reference Tools+")	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	5,705
S28	"triage tool"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	363
S27	"triage in the emergency department"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	60
S26	"triage"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	17,908
S25	(MH "Triage")	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	11,343
S24	"effects"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	1,173,495
S23	"effects or impact or consequences"	Search modes - SmartText Searching	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	29,502
S22	"effects or impact or consequences"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	0
S21	S17 OR S18 OR S19 OR S20	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	234
S20	"cooximeter"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	13
S19	"cooximetry"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	15
S18	"co-oximetry"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	135
S17	"co-oximeter"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	97
S16	S10 OR S11 OR S12 OR S13 OR S14 OR S15	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	5,502
S15	"carbon monoxide exposure"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	75
S14	"carbon monoxide intoxication"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	103
S13	"carbon monoxide poisoning"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	1,525
S12	(MH "Carbon Monoxide Poisoning")	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	1,362
S11	"carbon monoxide"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	5,502
S10	(MH "Carbon Monoxide")	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	2,077
S9	S1 OR S2 OR S3 OR S4 OR S5 OR S6 OR S7 OR S8	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	123,280
S8	"ambulance or paramedic or emergency medical service"	Search modes - SmartText Searching	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	2,888
S7	"ambulance or paramedic or emergency medical service"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	0
S6	"prehospital or paramedic or ambulance"	Search modes - SmartText Searching	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	1,490
S5	"prehospital or paramedic or ambulance"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	0
S4	"prehospital or pre hospital or pre- hospital or out of hospital or non hospital setting or prehospital care or emergency medical services or prehospital service"	Search modes - SmartText Searching	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	489,664
S3	"prehospital or pre hospital or pre- hospital or out of hospital or non hospital setting or prehospital care or emergency medical services or prehospital service"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	0
S2	"emergency medical services"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	31,739
S1	(MH "Emergency Medical Services+")	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - CINAHL	119,610

## Vedlegg 9: søkelogg i MEDLINE



Tuesday, April 02, 2024 9:08:18 AM

#	Query	Limiters/Expanders	Last Run Via	Results
S31	S6 AND S13 AND S18 AND S30	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	6
S30	S20 OR S21 OR S22 OR S23 OR S24 OR S25 OR S26 OR S27 OR S28 OR S29	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	7,877,671
S29	"reference tools"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	117
S28	"triage tool"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	826
S27	"triage in the emergency department"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	92
S26	"triage"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	31,829
S25	(MH "Triage")	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	15,336
S24	"effects"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	7,847,718
S23	"effects or impact or consequences"	Search modes - SmartText Searching	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	140,290
S22	"effects or impact or consequences"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	0
S21	"effects or impact or consequences or influence or outcomes"	Search modes - SmartText Searching	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	169,307
S20	"effects or impact or consequences or influence or outcomes"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	0
S19	S6 AND S13 AND S18	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	16
S18	S14 OR S15 OR S16 OR S17	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	819
S17	"cooximeter"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	33
S16	"cooximetry"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	56
S15	"co-oximetry"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	444
S14	"co-oximeter"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	390
S13	S7 OR S8 OR S9 OR S10 OR S11 OR S12	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	41,589
S12	"carbon monoxide exposure"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	430
S11	"carbon monoxide intoxication"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	452
S10	"Carbon Monoxide Poisoning"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	6,398
S9	(MH "Carbon Monoxide Poisoning")	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	5,814
S8	"carbon monoxide"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	41,589
S7	(MH "Carbon Monoxide")	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	19,273
S6	S1 OR S2 OR S3 OR S4 OR S5	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	195,482
S5	"ambulance or paramedic or emergency medical service"	Search modes - SmartText Searching	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	4,058
S4	"ambulance or paramedic or emergency medical service"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	0
S3	"prehospital or paramedic or ambulance"	Search modes - SmartText Searching	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	2,380
S2	"Emergency Medical Services"	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	58,337
S1	(MH "Emergency Medical Services+")	Search modes - Boolean/Phrase	Interface - EBSCOhost Research Databases Search Screen - Advanced Search Database - MEDLINE	173,157

## Vedlegg 10: sjekklister

Sjekkliste for tverrsnittstudie:

Deniz et al. (2017)			
	JA	NEI	UKLART
Er problemstillingen klart formulert?	x		
Er befolkningen (populasjonen) som utvalget er tatt fra, klart definert?	x		
Ble utvalget inkludert i studien på en tilfredsstillende måte?	x		
Ble det redegjort for om respondentene skiller seg fra de som ikke har respondert?	x		
Er svarprosenten høy nok?	x		
Bruker studien målemetoder som er pålitelige for det som skal måles?			x Sammenligner ikke med standard blodprøve
Er datainnsamlingen standardisert?			x
Er dataanalysen standardisert?	x		
Hva forteller resultatene?	Se litteratormatrise vedlegg 11		

Kan det overføres til praksis?	x		
--------------------------------	---	--	--

(Helsebiblioteket, 2017b)

Sjekkliste for kohortstudie:

<b>Suner et al. (2008)</b>			
	JA	NEI	UKLART
Er formålet med studien klart formulert?	x		
Ble personene rekruttert til kohorten på en tilfredsstillende måte?	x		
Ble eksponeringen presist målt?		x	
Ble utfallet presist målt?	x		
a) Har forfatterne identifisert alle viktige forveklingsfaktorer? b) Har forfatterne tatt hensyn til kjente mulige forveklingsfaktorer i design/analyse?	x		x
a) Ble mange nok av personene i kohorten fulgt opp? b) Ble personene fulgt opp lenge nok?	x  x		

Hva er resultatene i denne studien?	Se litteraturmatrise vedlegg 11		
Hvor presise er resultatene og hvor presist er risikoestimatet?	Anser det som presist nok		
Tror du på resultatene?	x		
Kan resultatene være til hjelp i praksis?	x		
Sammenfaller resultatene i denne studien med resultatene fra annen forskning?	x		

(Helsebiblioteket, 2021)

Sjekkliste for tverrsnittstudie:

<b>Touger et al. (2010)</b>			
	JA	NEI	UKLART
Er problemstillingen klart formulert?	x		
Er befolkningen (populasjonen) som utvalget er tatt fra, klart definert?	x		
Ble utvalget inkludert i studien på en tilfredsstillende måte?	x		
Ble det redegjort for om respondentene skiller seg fra de	x		

som ikke har respondert?			
Er svarprosenten høy nok?		x	
Bruker studien målemetoder som er pålitelige for det som skal måles?	x		
Er datainnsamlingen standardisert?	x		
Er dataanalysen standardisert?	x		
Hva forteller resultatene?	Se litteratormatrise vedlegg 11		
Kan det overføres til praksis?	x		

(Helsebiblioteket, 2017b)

Sjekkliste for diagnosestudie:

<b>Nilson et al. (2010)</b>			
	JA	NEI	UKLART
Er formålet med studien klart formulert?	x		
Var det en hensiktsmessig sammenlikning mellom den nye testen og en egnet referansetest?		x	
Ble både den nye testen og		x	

referansetesten brukt på alle pasientene?			
Ble det utført en uavhengig, blindet sammenligning av den nye testen og referansetesten?			x
Ble testen utprøvd på et pasientutvalg som ligner tilstrekkelig på populasjonen testen skal brukes på?	x		
Er testprosedyrene detaljert nok beskrevet til at de kan gjentas andre steder?	x		
Hva er resultatene?	Se litteratormatrise vedlegg 11		
Hvor presise er resultatene?	Ikke tatt blodprøve som referansetest hos alle pasienter		
Er resultatene relevante for dine pasienter?	x		
Kan testen benyttes på ditt arbeidssted?	x		
Kan testen benyttes på dine pasienter?	x		
Vil dine pasienter ha nytte av testen?	x		

(Helsebiblioteket, 2021)

## Vedlegg 11: fullstendig litteraturmatrise

<b>Forfatter(e)</b> <b>Årstall</b>	Suner et al. (2008)	Deniz et al. (2017)	Nilson et al. (2010)	Touger et al. (2010)
<b>Artikkeltittel</b>	Non-invasive pulse co-oximetry screening in the emergency department identifies occult carbon monoxide toxicity	Carbon monoxide poisoning cases presenting with non-specific symptoms	Non-invasive Carboxyhemoglobin Monitoring: Screening Emergency Medical Services Patients for Carbon Monoxide Exposure	Performance of the RAD-57 Pulse Co-Oximeter Compared With Standard Laboratory Carboxyhemoglobin Measurement
<b>Hensikten med studien</b>	Hensikten var å avgjøre om noninvasiv screening av CO-eksponering er mulig i akuttmottak med høyt pasientvolum. Dette var for å identifisere CO-forgiftning hos personer hvor diagnosen ikke var mistenkt.	Formålet var å belyse betydningen av tidlig diagnostisering av CO-forgiftning med noninvasive CO-oximeter hos pasienter med uspesifikke symptomer i triage på akuttmottak.	Målet med studien var å utvide bruken av CO-oximenter til den prehospital arena, for å vurdere SpCO verdier hos akuttmedisinske pasienter, og korrelere verdiene med kliniske og demografiske data.	Hensikten med studien var å måle CO-verdier med noninvasive Co-Oximeter, og sammenligne verdiene med standard blodprøver hos pasienter med mistenkt CO-forgiftning.
<b>Metode og analyse</b>	Prospektiv kohortstudie.  Observasjonsstudie i akuttmottak i USA.  Datainnsamling: 30.11.05 – 31.01.06  n=10.856	Tverrsnittstudie utført ved akuttmottak i Tyrkia.  Datainnsamling fra 2010- 2012.  n=1788	Gjennomgang av pasientjournaler.  Retrospective observational study utført i USA.  Datainnsamling fra september – oktober 2007.  n=3009	Tverrsnitts kohort studie utført ved akuttmottak med brann og traumefunksjon i USA.  Datainnsamling fra 19.01.08- 9.04.09.



				n=120
<b>Hovedfunn/resultater</b>	<p>28 personer hadde CO-forgiftning. Hos 11 av disse var CO-forgiftning ikke vurdert som en tentativ diagnose, men ble oppdaget gjennom screeningen.</p> <p>Pasienter med forhøyet SpCO-verdi ble verifisert med standard venøs blodprøve, hvor COHb ble målt. Dette viste god korrelasjon mellom SpCO og venøs COHb (<math>r=0.72</math>).</p> <p>22 pasienter med forhøyet SpCO hadde derimot normale COHb verdier, altså ikke påvist forgiftning.</p> <p>CO-oximeteret hadde en sensitivitet på 94% og spesifisitet på 54% sammenlignet med gullstandard test (venøsblood prøve).</p>	<p>106 av 1788 pasienter hadde CO-forgiftning. Ingen av dem hadde spesifikke symptomer eller sykehistorie som pekte mot eksponering av CO.</p> <p>De vanligste symptomene hos de CO-forgiftede pasientene var: hodepine, svimmelhet, kvalme, utmattelse, oppkast og besvimelse.</p> <p>De vanligste symptomene hos pasientene uten forgiftning var: besvimelse, kvalme, svimmelhet, hodepine og oppkast.</p> <p>101 av pasientene mottok normobar oksygenbehandling.</p>	<p>3009 pasienter ble transportert, 1093 av disse hadde dokumentert SpCO.</p> <p>241 pasienter hadde SpCO &gt;5%, 56 pasienter hadde SpCO &gt;10%, 11 pasienter hadde SpCO &gt;15%.</p> <p>Ingen korrelasjon mellom SpCO og hjertefrekvens, respirasjonsfrekvens, SpO2 eller MAP.</p> <p>10 av pasientene med dokumentert SpCO &gt;15% viste seg å ikke ha COHb verdier i venøsbloodprøve. Ingen av disse ble diagnostisert med CO-forgiftning.</p> <p>2 pasienter med SpCO verdi &gt;21% hadde gjentakende SpCO verdier i triage</p>	<p>Co-oximeteret identifiserte 11 av 23 pasienter med labriatorie verdier over 15% karboxyhemoglobin.</p> <p>Co-oximeteret hadde en spesifitet på 99%</p> <p>12 av tilfellene hadde tekniske problemer med CO-oximeteret</p>

	Ingen korrelasjon mellom SpCO og alder, hjerterefrekvens, respirasjonsfrekvens, SpO2, systolisk og diastolisk blodtrykk.			
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

Litteraturmatrise (Grønseth & Jerpseth, 2019, s. 94)