

Kapnograf – kan det identifisere sepsis?



Bacheloroppgave

Bachelorstudium i Prehospitalt arbeid – paramedic

OsloMet – storbyuniversitetet

Antall ord: 10744

24.mai 2018



SAMMENDRAG

Innledning

I denne oppgaven ser vi på effektiv identifisering av sepsis prehospitalt. Det er avdekket at prehospitalt helsepersonell er altfor dårlige til å oppdage pasienter med sepsis, og denne pasientgruppen er avhengig av tidlig identifisering for å sikre en god behandling og økt overlevelse. Vi ser på om kapnograf, som er et verktøy tilgjengelig i de aller fleste ambulansene i Norge, kan brukes til å identifisere sepsis prehospitalt.

Materiale og metode

Oppgaven er en litteraturstudie. Vi har gjort systematiske og usystematiske søk, og funnet fire relevante forskningsartikler som vi bruker til å besvare problemstillingen, sammen med annen relevant litteratur.

Resultater og diskusjon

Det ble funnet en sammenheng mellom lav ETCO₂ og: høy laktatverdi, mortalitet, økt SOFA-score og sjansen for å bli identifisert med sepsis.

Konklusjon

Vi vurderer det som en mulighet at kapnografi kan være til hjelp ved å identifisere sepsis prehospitalt, men at det trengs mer forskning på området. Vi ser at det også trengs mer forskning.

Nøkkelord

Paramedic, sepsis, kapnografi, ETCO₂

Innholdsfortegnelse

SAMMENDRAG	2
INNHALDSFORTEGNELSE.....	FEIL! BOKMERKE IKKE DEFINERT.
1.0 INTRODUKSJON	4
1.1 BAKGRUNN FOR VALG AV TEMA.....	4
1.2 PROBLEMSTILLING	5
1.3 AVGRENSNINGER.....	5
1.4 BEGREPSAVKLARING.....	6
1.5 HENSIKT MED OPPGAVEN	6
2.0 TEORI	7
2.1. HVA ER SEPSIS	7
2.1.1 <i>Alvorlig sepsis</i>	10
2.2 HVA ER SJOKK?.....	11
2.2.1 <i>Septisk sjokk</i>	12
2.3 PREHOSPITAL SYRE-BASE MÅLINGER	13
2.4 AMBULANSEPERSONELLETS ANSVAR	14
3.0 METODE.....	16
3.1 SØKEPROSESSEN	16
3.1.1 <i>Systematisk søk</i>	16
3.1.2 <i>Avgrensninger</i>	18
3.1.3 <i>Usystematisk søk</i>	18
3.2 PRESENTASJON AV ARTIKLER.....	18
3.3 KILDEKRITIKK.....	21
3.4 ETIKK	23
4.0 RESULTAT.....	24
4.1 ETCO2 SOM EN DEL AV ET IDENTIFISERINGSVERKTØY.....	24
4.2 SAMMENHENG MELLOM HØYT LAKTAT OG LAV ETCO2	25
4.3 SAMMENHENG MELLOM DØDELIGHET OG LAV ETCO2	26
4.4 SAMMENHENG MELLOM LAV ETCO2 OG ORGANDYSFUNKSJON.....	27
5.0 DRØFTING.....	28
5.1 BRUK AV KAPNOGRAF PREHOSPITALT SOM EN INDIKASJON PÅ SEPSIS	28
5.2 LAKTAT OG ETCO2	29
5.3 ETCO2 FORUTSER ORGANDYSFUNKSJON OG MORTALITET	33
5.4 KAPNOGRAFEN SKAL IKKE BRUKES ALENE	33
5.5 DRØFTING OVER GJENNOMFØRING AV OPPGAVE.....	34
6.0 AVSLUTNING	37
7.0 LITTERATURLISTE	38

1.0 INTRODUKSJON

I dette kapittelet begrunner vi valg av tema, presenterer vår problemstilling og forklarer begreper og avgrensinger i oppgaven.

1.1 Bakgrunn for valg av tema

Sepsis er en av de vanligste dødsårsakene på norske sykehus (Sepsis.no, lastet ned 20.03.2018). Det er så mange som 7000 tilfeller med sepsis årlig i Norge (Norsk helseinformatikk, 2018) – det er dermed en stor gruppe som rammes, og sykdomstilstanden har en høy dødelighet (Norsk legemiddelhandbok, lastet ned 20.03.2018). Sepsis blir også kalt blodforgiftning. Det kan ramme alle, fra nyfødte til de svært gamle, men det er særlig "de sårbare" som er i risikogruppen. Dette er eldre mennesker, personer med nedsatt immunforsvar, kreftpasienter, diabetespasienter, overvektige og pasienter med hjerte- og karsykdommer (Sepsis.no, lastet ned 20.03.2018). Ved tidlig identifisering av sykdomstilstanden, kan pasienten raskere få nødvendig behandling, som blant annet inkluderer antibiotika. For hver time antibiotikabehandling forsinkes økes mortaliteten med ca. 7% (Helsedirektoratet, lastet ned 20.03.2018).

Vi vet at sepsis dessverre ofte blir underdiagnostisert, og dette skjer særlig på et tidlig stadium hvor det er store muligheter for å reversere sykdomsforløpet. (World health organization, lastet ned 20.03.2018). Siden ambulanspersonell ofte er i kontakt med denne pasientgruppen, kan vi ha en stor innvirkning på pasientens sykdomsforløp. En studie fant ut at ca. 50 % av alle sepsispasienter blir transportert av ambulanspersonell, og at pasienter som kommer inn til sykehus der det ikke dokumenteres sepsismistanke av ambulansarbeidere er assosiert med høy dødelighet (Roest, Stoffers, Pijpers, Jansen & Stassen, 2015, s. 36). En annen studie fant ut at når ambulanspersonell mistenker sepsis, og videreformidler sin mistanke, får pasienten antibiotika mye tidligere på sykehus enn om det ikke videreformidles ved avlevering av pasienten (Herlitz et al., 2012, s. 1). Dette kan være avgjørende for pasientens overlevelse ettersom tidlig behandling kan være essensielt for overlevelse.

Ettersom dette er en gruppe pasienter vi ofte kommer i kontakt med i den prehospitale hverdagen, samtidig som vi vet at vi ikke er flinke nok til å oppdage tilløp til sepsis, mener vi at dette er et svært relevant tema for oss som snart er ferdig utdannet paramedics å se nærmere

på. Vi ønsket derfor å se på muligheter for å kunne gjøre den prehospitalt identifisering av sepsis mer nøyaktig og effektiv. Vi har sett på flere studier som er relevant for dette, og hvilke metoder disse undersøkte, men fant ut av at dette ble for omfattende. Vi valgte derfor å fokusere kun på et av verktøyene som virket mest interessante for oss, nemlig kapnografi.

I praksis har vi sett at de fleste tjenester har kapnograf. Denne er lett å bruke, og flertallet av norske ambulanspersonell er godt kjent med verktøyet, særlig ved hjertestansprosedyren (Norsk Resuscitasjonsråd, s. 2 og 4). Utover dette ser vi at det brukes sjeldent, selv om det er verktøy som kan brukes ved mange sykdomstilfeller, blant annet ved luftveisobstruksjoner, hjertesvikt, krampetilstander og sirkulasjonssvikt (Illguth, Nordrum, Grude & Skoglund, 2014, s. 16 og 19). Ved bruk av kapnografi får man også opp respirasjonsfrekvensen på displayet på Lifepak 15-monitoren, noe som kan være praktisk ved pasienter der det er vanskelig å telle frekvensen selv. Vi har selv observert ute i praksis at kapnografi brukes lite i flere tjenester, og ønsker å rette et fokus på dette redskapet. Vi har derfor landet på følgende problemstilling;

1.2 Problemstilling

"Kan kapnograf brukes som et verktøy for å identifisere sepsis prehospitalt?"

Vi har nå endt opp med et ja/nei-spørsmål som problemstilling. Dette kan i utgangspunktet være problematisk for det kan i verste fall resultere i lite drøfting. Vi tenker likevel at ved vårt valg av tema, og på grunn av lite tilgjengelig forskningslitteratur på område per dags dato, at formuleringen vil være tilfredsstillende.

1.3 Avgrensninger

Pasientgruppen vi har valgt å ta for oss er voksne pasienter. Vi har også valgt å ekskludere gravide fra dette studiet, dette fordi artiklene vi har valgt å inkludere i oppgaven vår ikke har forsket på denne gruppen pasienter. Vi kan derfor ikke være sikre på at resultatene av studiene gjelder for pediatriske og gravide pasienter. Vi velger å ikke skille mellom kjønn, etnisitet, eller religion, fordi dette ikke har en innvirkning på resultatet. Det har heller ikke blitt gjort et skille mellom disse gruppene i noen av studiene som er inkludert.

1.4 Begrepsavklaring

Med *prehospitalt* mener vi helsetjenester utført av helsepersonell som jobber i ambulansetjenesten. Dette kan for eksempel være paramedics, ambulansarbeidere, assistenter, sykepleiere eller annet helsepersonell som jobber i ambulansen. Disse kan ha ulike utdanninger, utdanningslengder og kompetanse. Ansatte i ulike ambulansetjenester kan også ha forskjellige prosedyrer i hvordan de undersøker pasienter for å oppdage sepsis. Det vil også si at pasientene vi tar for oss blir undersøkt utenfor sykehus. Dette kan være hjemme hos pasienten, på sykehjem, eller andre steder utenfor sykehus, altså i situasjoner der man normalt vil kontakte ambulansetjeneste ved alvorlig sykdom.

Når vi skriver *voksne* mener vi et fullt utviklet og modent menneske, som har nådd en alder (18 år) der de er ansvarlig for deres egne avgjørelser (Collins Dictionary, lastet ned 11.05.2018).

Kapnografi og *sepsis* vil gås nærmere igjennom i vårt teorikapittel.

1.5 Hensikt med oppgaven

Hensikten med denne litteraturstudien er å sette fokus på et lite brukt verktøy som allerede er tilstede i de fleste ambulanser. Vi ønsker å vurdere om det kan bidra til å identifisere sepsis prehospitalt, i håp om at det kan føre til en tidligere behandling og en høyere overlevelse hos sepsispasientene.

Vi ønsker å lære mer om sepsis ettersom dette er en gruppe pasienter vi ofte er i kontakt med som paramedics. Vi ønsker også å lære mer om kapnografi, som kan være et godt verktøy ved flere av de vanligste sykdomstilstandene i en prehospital hverdag. Mer kunnskap vil gjøre oss tryggere i praktisk utførelse av yrket. Vi blir da flinkere til å undersøke og behandle, som dermed vil komme pasientene våre til gode.

Vi ønsker å bruke denne oppgaven til å lære om bruk av forskning, metode og systematiske søk som er læringsutbytter i dette emnet (Oslo Metropolitan University, 2018, s. 5). Vi ønsker også å benytte oss av denne kunnskapen til å samle nyere forskning og relevant teori slik at det kan være lærerikt for andre.

2.0 TEORI

I denne delen vil vi skrive om sentrale begreper og relevant teori som er essensielle for å få en forståelse av problemstillingen og vår besvarelse av oppgaven. Først vil vi forklare hva sepsis og septisk sjokk er, før vi forteller om syre-base målinger og ambulanspersonellens ansvar.

2.1. Hva er sepsis

Sepsis er det som på folkemunne er kjent som "blodforgiftning" og dette oppstår som en komplikasjon av en sannsynlig eller påvist infeksjon (Myrvang, 2018,). Når det oppstår en infeksjon i kroppen vil det utløses en betennelsesreaksjon, en inflammasjon, som er en del av kroppens forsøk på å bekjempe infeksjonen (Ørn, Mjell & Bach-Gansmo, 2011, s.70). "Ved sepsis vil mikrober eller giftstoffer fra mikrober, utløse en kraftig inflammasjonsreaksjon ved en systemisk inflammatorisk respons" som forkortes til SIRS (Ørn et al., 2011, s. 81).

Systemisk Inflammatorisk Respons Syndrom (SIRS) kjennetegnes ved disse kriteriene:

- Temperatur >38 grader C eller <36 grader C
- Puls >90 per minutt
- Respirasjonsfrekvens >20 per minutt eller $pCO_2 <4,3$ kPa
- Leukocytall $>12 \times 10^9$ /l eller $<4 \times 10^9$ /l eller $>10\%$ umodne leukocytformer

(Ørn et al., 2011, s. 81)

Betegnelsen sepsis brukes kun når det er en mikrobe som er årsaken til reaksjonen. Den kraftige inflammasjonsresponsen kan også oppstå ved andre tilstander enn kun infeksjoner.

Ved en inflammasjonsreaksjon, settes det i gang en del kraftige prosesser utløst av mikrobene som gir økt permeabilitet (gjennomtrengelighet) i blodkar. Da vil væske lekke ut fra blodkarene til omkringliggende vev og flere, eller alle, blodkar dilateres (utvides).

Kombinasjonen av økt permeabilitet og dilatasjon av kar fører til at blodvolumet i blodkarene blir mindre (hypovolemi) og mindre blod kommer tilbake til hjertet. Dette fører til at hjertet begynner å pumpe raskere i et forsøk på å øke minuttvolumet og hjerterefrekvensen vil øke (Ørn et al., 2011, s. 82).

Det finnes flere ulike definisjoner av sepsis, og det har kommet en ny definisjon som gir en utfordring når det kommer til besvarelse av denne oppgaven. Alle artiklene vi har brukt har tatt utgangspunkt i den gamle definisjonen av sepsis der de gamle sepsiskriteriene omfatter pasienter som har alvorlige infeksjoner, men hvor organfunksjon ikke er et kriterium. Vi har valgt å bruke en illustrasjon av de to ulike definisjonene på sepsis hentet fra Tidsskriftet (Laake, 2016) for å gi en bedre oversikt.

Tabell 1 (Laake, 2016)

Klinisk mistanke om eller bekreftet infeksjon +	
Gammel definisjon	Systemic inflammatory response syndrome (SIRS) (1)
Sepsis	≥ 2 SIRS-kriterier (temperatur, respirasjonsfrekvens, hjerterefrekvens, leukocytose /-peni)
Alvorlig sepsis	Organsvikt
Septisk sjokk	Sirkulasjonssvikt
Ny definisjon	Sepsis-3 (3)
Sepsis ¹	$\Delta \geq 2$ SOFA-poeng ² (5) Klinisk skår: ≥ 2 qSOFA ³ (Ikke tilstrekkelig for å stille diagnosen sepsis, kun indikator)
Septisk sjokk	Behov for vasoaktive legemidler for å opprettholde middelarterietrykk > 65 mm Hg, og s-laktat > 2,0 mmol/l til tross for adekvat væskebehandling

Vi har valgt å bruke den gamle sepsisdefinisjonen der sepsis defineres som at pasienten har to eller fler treff på SIRS kriteriene, i tillegg til å ha tegn på infeksjon. Vi har valgt å bruke denne ettersom alle våre forskningsartikler baseres på den gamle definisjonen, og vi synes denne er mer korrekt for å kunne besvare vår oppgave. Den nye definisjonen er såpass ny at ikke alle følger den enda (Xueling et al., 2017, s.7) samtidig som det diskuteres om denne egentlig er bedre enn den gamle (Laake, 2016) ettersom det spekuleres i at noen pasienter får for sen behandling. Dette fordi organfunksjon må være til stede før det kan defineres som sepsis i den nye definisjonen.

Sepsis kan gi flere symptomer og tilstanden kan raskt forverres. Den systemiske inflammasjonsreaksjonen oppstår plutselig, rammer flere organer, og gir en rask symptomutvikling. Siden flere organer blir betydelig påvirket, spesielt av oksygenmangel til celler og vev, vil dette være en av grunnene til at pasientens tilstand raskt kan forverres.

Klinikken til pasienten endres fordi infeksjonen gir symptomer og funn fra en rekke ulike organsystemer. En må derfor vite hva slags symptomer man skal se etter ettersom sepsis kan være vanskelig å identifisere. Vanlige symptomer er økt puls, blodtrykksfall, redusert urinproduksjon og økt respirasjonsfrekvens (Ørn et al., 2011, s. 82). Huden vil være varm og klam, men vil etterhvert bli blek og marmorert i fargen. Frostanfall og hypotermi (temperatur <36 grader C) kan også oppstå, urinproduksjonen vil reduseres og pasienten kan få endret bevissthetsnivå som gjør at pasienten kan oppleves som forvirret eller sløv (Ørn et al., 2011, s.83). Pasientens endrede mentale status oppstår som følge av redusert blodtilførsel til hjernen. (Sepsis.no, lastet ned 20.03.2018).

En pasient med sepsis vil fremstå syk, men ikke nødvendigvis alvorlig syk selv om tilstanden er alvorlig. Huden vil typisk være varm sentralt på kroppen på grunn av feber, som kan følges av frostanfall. Samtidig er det en del pasienter som kan ha fravær av feber, særlig eldre (Thune & Leonardsen, 2017). Sirkulasjonen vil bortprioriteres fra perifert vev som hud, slik at ekstremitetene vil perifert kunne være kalde og klamme, og man kan i noen tilfeller se tegn til cyanose på pasientens negler. Når væske lekker ut i vevet kan det oppstå små røde hudblødninger, også kalt petekkier, som kan gi et utslettliggende utseende (Sepsis.no, lastet ned 20.03.2018).

I ambulansen har vi mange hjelpeverktøy som gir oss en del verdier og indikatorer, og som brukes aktivt. Noen eksempler på dette er SpO₂-probe, blodtrykksmåler, temperaturmåler, blodsukkerapparat og ulike skjemaer (som triage-, Glasgow Coma Score-, og SIRS-skjema). Disse skal i utgangspunktet bli brukt som hjelpeverktøy i tillegg til vurderingen av pasientens klinikk, siden verktøyene hver for seg kun viser et snevert aspekt av pasientens helsetilstand.

Pasientens klinikk er hvordan pasientens helsetilstand fremstår. Eksempelvis kan et skjema som har ulike kriterier pasienten kan få "treff" på - slik som sepsisscoren SIRS - indikere at pasienten ikke har sepsis, mens klinikken tilsier at pasienten er alvorlig syk. Disse skjemaene

er laget for å prøve å fange opp syke pasienter, slik at de skal få korrekt behandling og transport til riktig omsorgsnivå.

Det er vanskelig å lage et skjema som passer for alle ettersom sykdom og skade kan presenteres ulikt hos ulike pasienter, blant annet fordi pasienter har ulike evne til å kompensere. Det er derfor viktig at vi er klar over at klinikken til pasienten må vurderes individuelt og at vi ikke automatisk lener oss på hjelpeverktøyene, slik at det går utover behandling eller transport av pasienten. En syk pasient som fraktes til et lavere omsorgsnivå enn det pasienten bør transporteres til, vil kunne få forsinket helsehjelp som i verste tilfelle kan gå på bekostning av liv.

Det som man må være klar over når det kommer til SIRS-skjemaet er at dette også er en definisjon på sepsis. Dette vil si at hvis pasienten ikke treffer på to SIRS-kriterier anser vi ikke pasienten som septisk, og vi mener at man dermed må utøve skjønn når man ser på disse kriteriene. Det er nettopp derfor man har ønsket å lage en ny definisjon, fordi man mener at SIRS favner for bredt og kan fange opp pasienter som heller ikke har sepsis.

2.1.1 Alvorlig sepsis

Alvorlig sepsis, er som nevnt tidligere, et begrep som i dag har blitt tatt bort fra den nye sepsisdefinisjonen. Denne tilstanden ble definert som "sepsis med organsvikt, hypoperfusjon (generell iskemi) eller hypotensjon (lavt blodtrykk, som vil si under 90 mm Hg eller en reduksjon av systolisk blodtrykk med mer enn 40 mm Hg fra basisverdien)" (Ørn et al., 2011, s. 81). I dag vil alvorlig sepsis tilsvare den nye definisjonen av sepsis (sepsis-3), der det oppstår en livstruende organsvikt på grunn av dysregulert vertsrespons mot en infeksjon (Laake, 2016).

Når væsketapet fra blodbanen blir så stort at blodtrykket faller, vil organene få tilført for lite oksygen og det vil oppstå hypoksi i vevet. Denne vevshypoksien vil gjøre at den metabolske forbrenningen i vevene gå fra å være aerob (med oksygen) til å bli anaerob (uten oksygen). Når forbrenningen skjer anaerob vil melkesyre (laktat) produseres og dette gjør at det oppstår en metabolsk acidose. Når det oppstår metabolsk acidose vil si at det er et overskudd av syre i blodet, syrebasebalansen i kroppen er dermed for surt (Nordseth, 2018).

Kroppen vil gjøre et forsøk på å kvitte seg med den overflødige karbondioksiden ved å øke respirasjonsfrekvensen. Når blodtilførselen til sentrale organsystemer som nyrer og hjerne blir redusert, vil denne prosessen indikere at et eller flere organsystemer er i ferd med å svikte (Mayo Clinic, 2018). Det er først på dette tidspunktet symptomene blir svært synlige og sykdomstilstanden blir lettere å identifisere.

2.2 Hva er sjokk?

"*Sjokk* er en tilstand hvor perfusjonen ikke møter det cellulære behovet i kroppen. Dette fører til iskemi, hypoksemi og redusert cellulær metabolisme" (Dalton, Limmer, Mistovich, & Werman, 2012, s.144). Kroppens celler trenger oksygen og andre næringsstoffer for å fungere optimalt, og dette blir fraktet til cellene via blodet. Blodgjennomstrømningen med disse næringsstoffene er det vi kaller perfusjon. Ved hypoperfusjon blir for lite oksygen og næringsstoffer tilført til kroppens celler - enten lokalt eller systemisk, og systemisk hypoperfusjon er det som kalles sjokk.

Når det oppstår hypoperfusjon vil forstyrrelsen i bruken av, eller tilgangen til de nødvendige næringsstoffene cellene trenger for å fungere, føre til at sjokk utvikles og i verste fall føre til død om det forblir ubehandlet. Dette er fordi cellene trenger kontinuerlig tilførsel av næringsstoffene for å fungere. Ved fravær vil det oppstå celledød, og celledød i et organ vil føre til organsvikt. Ved hypoperfusjon vil kroppen forsøke å kompensere for å forhindre celledød ved å aktivere kompensasjonsmekanismer for å prioritere blodtilførselen til de viktigste organene. Kompensasjonsmekanismene og redusert blodtilførsel til organene er det som gir symptomene og funnene man kan observere hos pasienten (Dalton et al., 2012, s.144).

For at man skal kunne ha optimal perfusjon til vevet stiller det krav til at respirasjonssystemet og sirkulasjonssystemet er intakt. Oksygen og karbondioksidutvekslingen må kunne skje på normal måte, det må være en tilfredsstillende mengde med oksygen- og næringsrikt blod, et hjerte som pumper slik det skal, og et system med intakte blodårer for å lede blodet til organene. Hvis noen av disse elementene ikke fungerer slik som de normalt skal, vil det påvirke perfusjonen og sjokk kan utvikles (Dalton et al., 2012, s.145).

Uansett hva slags hendelse det er som er årsaken til sjokket, vil baroreseptorer (sensorer som reagerer på for lavt blodtrykk) i aortabuen, i halsarterien og i nyrene, registrere fallet i

minuttvolum. Når dette skjer sender baroreseptorene signaler til hjernestammen, som vil sende signal til binyrene om å frigjøre hormonene *adrenalin* og *noradrenalin*. Disse to hormonene er med på sympaticus-aktivering, som vil si når kroppens autonome nervesystem omstiller kroppen til å kunne reagere hurtig og målrettet på fare. Adrenalin og noradrenalin samhandler med alfa- og betareseptorer som man finner i de fleste organer og når disse hormonene stimulerer *alfa-* og *betareseptorene* fører det til en vasokonstriksjon av blodkarene (en sammentrekning av blodkarene) og en bronkodilatasjon (utvidelse av de mindre luftveiene i lungene). Vasokonstriksjonen vil først oppstå i de organene som er minst nødvendige for overlevelse slik som huden og fordøyelsessystemet for å prioritere blodet til livsviktige organer som hjerne, hjerte, lunger og nyrer (Dalton et al., 2012, s.150).

Sjokk kan deles inn i tre ulike faser: kompensert, dekompensert og irreversibelt sjokk. Den kompenserte fasen av sjokket er den perioden hvor kroppens kompensasjonsmekanismer fortsatt klarer å opprettholde adekvat vevsperfusjon og pasientens symptomer vil typisk være økt hjerterefrekvens, blek og kald hud, og sløvhet (Dalton et al., 2015, s.150). Når sjokket er dekompensert, begynner kompensasjonsmekanismene å svikte fordi de ikke lenger klarer å opprettholde adekvat vevsperfusjon. I denne fasen vil pasienten få symptomer som kald og klam hud som er blek eller lett cyanotisk, svetting, rask hjerterefrekvens, raske og grunne respirasjoner, et fallende blodtrykk og endret mental status (Dalton et al., 2012, s.152). Det siste stadiet er irreversibelt sjokk, og på dette punktet har det oppstått celledskade som følge av opphopningen av metabolske avfallsstoffer i blodet, og i dette kan føre til død. På dette stadiet har celledskadene ofte ført til organsvikt i et eller flere organer og pasienten vil i de fleste tilfeller være bevisstløs, ikke ha puls, ha arytmier, agonal (gispende) pust, og uten målbart blodtrykk (Dalton et al., 2012, s.152).

Sjokk kan igjen deles inn i fire ulike typer sjokk: Hypovolemt, obstruktivt, distributivt og kardiogent (Dalton et al., 2012, s.153). Vi kommer til å kun ta for oss distributivt sjokk, ettersom septisk sjokk går inn under denne kategorien.

2.2.1 Septisk sjokk

Septisk sjokk går inn under gruppen distributivt sjokk, som vil si at har oppstått som følge av unormalheter i vasodilatasjonen (blodårenes størrelse) eller vasopermeabiliteten (gjennomtrengeligheten til blodårene), eller begge deler. Når det både er vasodilatasjon og økt

permeabilitet, er som oftest årsaken enten anafylaktisk eller septisk sjokk (Dalton et al., 2012, s.163).

Septisk sjokk oppstår når en overveldende infeksjon i kroppen utløser en kraftig inflammasjonsrespons, som igjen fører til hypotensjon, hypoperfusjon og organ dysfunksjon (Dalton et al., 2012, s.169-170). "Septisk sjokk defineres som SIRS med hypotensjon, manglende respons på væskeresuscitering, med tilstedeværelse av organsvikt eller en akutt endring i mental status" (Dalton et al., 2012, s.170). Når SIRS symptomene vedvarer vil dette være de man ser i den første fasen av sepsis, og det kan gå lengre tid før man ser tegn på organsvikt (Dalton et al., 2012, s.170).

Septisk sjokk er den sjokkgruppen som er vanligst at man overser og dermed ikke klarer å identifisere på et tidlig stadium. Det er organsystemet som er blitt rammet først av vasodilatasjon med økt permeabilitet som vil gi de første symptomene, og slik som lungene er svært sårbare for dette, så rask respirasjonsfrekvens med økte lungelyder og hypotensjon er vanlige symptomer på et tidlig stadium av septisk sjokk. På grunn av en reduksjon i tilførselen av oksygen og glukose til flere av vevene, vil pasienten også utvikle organsvikt, som etterhvert vil nå hjernen. Når hjernens tilførsel av oksygen og glukose påvirkes vil dette føre til redusert mental status, noe som er et vanlig funn ved septisk sjokk (Dalton et al., 2012, s. 171).

2.3 Prehospital syre-base målinger

I forbindelse med kroppens fysiologi er *karbondioksid* (CO_2) et avfallsstoff vi puster ut for å opprettholde cellenes homeostase, ved å holde seg innenfor surhetsgraden cellene "trives" i. Dette er essensielt for at kroppen skal kunne fungere normalt (Hauge, 2009). Ved tilstander der surhetsgraden i blodet øker, vil kroppen prøve å kompensere ved å øke respirasjonsfrekvensen for å puste ut mer CO_2 . Dette kan for eksempel være ved høyintensitets trening eller ved sjokktilstander eller andre typer sykdom (Hauge, 2009).

ETCO₂, eller endetidal karbondioksid, er konsentrasjonen av CO_2 ved sluttfasen av ekspirasjonen. Normale verdier ligger mellom 4,3 og 5,7 kPa, eller 35- 45 mmHg (Illguth et al., 2014, s.18). Vi velger å inkludere begge disse verdimålingene ettersom studiene vi har inkludert bruker mmHg, mens kPa er verdien vi hovedsakerlig måler *ETCO₂* ved bruk i

Norge. Ved målinger under dette vil pasienten ha økte mengder avfallsstoffer i blodet og bli "sur".

Kapnografi er et verktøy som brukes til å måle verdien av karbondioksid mot slutten av pasientens utpust (Dalton et al., 2012, s.140). Det finnes ulike kapnografer, som brukes på litt forskjellig måter. Det finnes digitale kapnografer som kobles til multimonitorer som flertallet av ambulanser er utstyrt med. Her kobles måleren mellom endotrakealtube og bag, og maskinen måler karbondioksidverdien i pasientens utpust gjennom endotrakealtuben (Illguth et al., 2014, s. 18). Det finnes også non-invasive kapnografer som kan brukes selv om pasienten ikke er intubert. Disse sitter i et nesekateter, og kan også måle pustefrekvensen til pasienten samtidig som pasienten får tilført oksygen. Elektronisk kapnografi gir muligheten for å overvåke pasienten kontinuerlig. (Illguth et al., 2014, s.19). Noen kapnografer er frittstående og digitale, slik at de kan brukes uten å være tilkoblet LP15 eller andre maskiner for å gi verdiene. Dette er noe som brukes aktivt av flere luftambulansetjenester (Illguth et al., 2014, s. 19). Ved bruk av kapnograf får man opp ETCO₂-målinger over tid som vil vises som kurver. Disse kurvene kan tolkes, og brukes til å identifisere ulike sykdomstilstander. (Illguth et al., 2014, s. 20).

Laktat, også kalt melkesyre, dannes når nedbrytning av glukose i cellene skjer uten oksygen. Normale laktatverdier for kvinner og menn er 0,5 - 2,2 mmol/L, og laktatverdier > 5 mmol/L defineres som laktatacidose (Legahandboka, 2016). Laktat kan brytes ned av oksygen, men om oksygen ikke tilføres vil det oppstå en opphopning av laktat og pasienten vil bli acidotisk ettersom det oppstår en ubalanse i syre-base-reguleringen. Dette vil endre pasientens normale laktatverdier, og de måles med en laktatmåler. Laktatmåleren fungerer på samme måte som en blodsuktermåler, hvor pasienten stikkes i fingeren og blodet analyseres i løpet av få sekunder i et transportabelt måleapparat.

2.4 Ambulansepersonellens ansvar

I samfunnet er det flere ledd i kjeden som utgjør helsetjenesten i Norge. En av disse er de akuttmedisinske tjenestene utenfor sykehus, der ambulansetjenesten inngår i denne kategorien. I Forskrift for akuttmedisinske tjenester utenfor sykehus (2005, §1) står det at for å kunne yte best mulig helsehjelp stilles det krav til ambulansetjenesten, både når det kommer til faglig kunnskap, samarbeid innad i helsetjenesten og samarbeid med andre nødetater.

Ambulansetjenesten inkluderer bil-, båt- og luftambulansetjenesten, og i vår oppgave er det hovedsakelig ambulansetjenesten på bil vi har tatt utgangspunkt i. Vi kommer derfor til å fokusere på denne gruppen i vår besvarelse, men ettersom vi skal vurdere kapnografi som et prehospitalt identifiseringsverktøy ved sepsis er det sannsynlig det kan være overførbart til både båt- og luftambulansen.

I følge "Forskrift om krav til akuttmedisinske tjenester" skal bil- og båtambulansetjenesten gjennomføre primær diagnostikk og stabilisering og eventuelt behandle akutte skader og sykdom. I tillegg til dette stilles det krav til at pasienter bringes til riktig behandlingsnivå når det er behandling som krever overvåkning og/eller om videre behandling trengs (Forskrift om akuttmedisin utenfor sykehus, 2005, §15). Det står i helsepersonelloven at det enkelte helsepersonell har plikt til å yte forsvarlig helsehjelp (1999, § 4). Dette vil si at det stilles visse krav til faglig kompetanse til det personellet som jobber i den prehospitale tjenesten.

Det står i samme forskrift (Forskrift om akuttmedisin utenfor sykehus, 2005, §17) at helsepersonell på bil- og båtambulanser skal ha kompetanse til å kunne observere og identifisere svikt i organfunksjoner, noe som vil si at det er et satt krav til at vi har kunnskap om klinikk og symptomer som kan indikere skade og sykdom hos pasienter. Dette er ikke noe som forventes bare fordi det er fastsatt gjennom lover, men det er også en generell forventning befolkningen har om at vi i ambulansetjenesten skal kunne identifisere problemet, starte behandling og ta pasientene med til riktig sted.

3.0 METODE

"En metode er en fremgangsmåte, et middel til å løse problemer og komme frem til ny kunnskap. Et hvilket som helst middel som tjener formålet, hører med arsenalet av metoder." (Aubert, gjengitt i Dalland, 2017, s. 50)

I denne delen av oppgaven vår skal vi forklare hvordan vi har gått til verks for å besvare vår problemstilling. Vi tar for oss litteratursøket vi har gjort for å samle inn relevant data, både det systematiske og det usystematiske søket, hvilke avgrensinger vi har brukt, hva slags artikler vi har valgt å inkludere, og litteraturmatriser til de gjeldene artiklene. Vi vil også ta for oss kildekritikk og etiske aspekter.

Vår oppgave er oppbygget som en *litteraturstudie*. Det vil si at vi ikke skal forske selv, men finne og systematisere allerede eksisterende forskningsartikler, samtidig som vi skal bruke annen aktuell kunnskap, for eksempel fra fagbøker og retningslinjer (Thideman, 2017, s. 77).

Metode kan gjennomføres på hovedsakelig to måter, ved *kvantitativ* eller *kvalitativ* metode. *Kvantitativ* metode går i bredden og samler inn data via målbare enheter. Og analyserer et stort antall enheter. *Kvalitativ* forskning går i dybden og forsøke å fange opp opplevelser som ikke lar seg tallfeste eller måle, og vil da undersøke få observasjoner (Dalland, 2017, s.52). Alle artiklene vi har inkludert i denne oppgaven er kvantitative.

3.1 Søkeprosessen

3.1.1 Systematisk søk

Vi startet søkeprosessen med å sette problemstillingen vår inn i et PICO-skjema, som gjør det lettere for oss å strukturere et systematisk søk. PICO står for Patient/Problem, Intervention, Comparison og Outcome (Thideman, 2017, s.86). Vi oversatte deretter ordene til engelsk, og brukte *SveMed+* til å søke opp relevante MeSH-ord som vi kunne bruke i søket vårt. MeSH-ord står for "Medical Subject Headings" og er et emneordssystem som brukes av flere databaser. Disse emneordene beskriver innholdet i en artikkel og kan gjøre det lettere for oss å finne relevante artikler. Ordene gjenspeiler hva artikkelen handler om og er ikke bare nevnt et sted, uten at det har en sentral rolle i teksten (Thideman, 2017, s. 87).

Dette er PICO-skjemaet vi endte opp med til slutt:

	Pasient/problem	Intervensjon	Sammenligning	Utfall
Norske søkeord	Sepsis Paramedic Prehospitalt	Kapnografi Karbondioksid		Identifisering Diagnostisering
Engelske søkeord	Sepsis Allied Health personnel Emergency medical technicians Emergency medical services Prehospital Paramedic	Capnography Etco2 Carbon dioxide		Identify Diagnose

Vi gjorde søk hvor vi inkluderte søkeord som skulle få frem artikler som gikk på prehospital forskning. Til dette brukte vi ord som *Emergency Medical Technicians*, *Ambulances*, *Emergency Medical Services* og *prehospital*. Dette gjorde vi for å få oversikt over hva som finnes av aktuell forskning. Vi valgte likevel å ekskludere disse begrepene fra hovedsøket for å ikke utelukke relevante inhospitale artikler som kunne brukes for å svare på vår problemstilling. Vi valgte også å prøve et søk uten utfall (outcome), for å ikke ekskludere noen artikler som kunne være relevante. Dette ga oss heller muligheten til å snevre inn søket dersom vi skulle få mye som ikke var relevant.

Carbon dioxide ble ikke inkludert i vårt endelige søk, ettersom det ikke var spesifikt nok for hva vi ønsket å se på. Det ga oss for mange treff, og mange av de var ikke relevante for vår problemstilling. Vi gjorde søk i databasene *Medline*, *Svemed*, *Cinahl* og *Cochrane Library*.

Sammen med våre valgte avgrensinger, ga dette søket oss 8 artikler på Medline. Etter å ha skummet gjennom artiklenes abstrakt, endte vi til slutt opp med 5 artikler som virket nyttige for å kunne svare på vår problemstilling. Vårt endelige søk ble da; *Sepsis AND Capnography OR Etco2*.

3.1.2 Avgrensninger

Vi satte en grense på at studiene som ble inkludert, ikke skulle være mer enn 10 år gamle, som da vil si at artiklene skulle være publisert mellom 2008 og 2018. Vi så etter artikler skrevet på engelsk, norsk, svensk og dansk.

3.1.3 Usystematisk søk

I tillegg lette vi også i referansene til artiklene fra det systematiske søket. Inne på tidsskriftet *The American Journal of Emergency Medicine*, fant vi artikkelen "End-tidal carbon dioxide is associated with mortality and lactate in patients with suspected sepsis" opp som et forslag som interessant artikkel basert på vårt søk. Vi vurderte artikkelen som relevant for oppgaven og inkluderte denne.

3.2 Presentasjon av artikler

Alle artiklene vi har valgt å bruke er enkeltstudier og prospektive kohortstudier. Alle studiene er amerikanske. I disse artiklene blir det sett på en sammenheng mellom lav ETCO₂-verdi og bl.a SOFA-score (sepsis organ failure assessment), laktat-verdier og dødelighet. En av studiene ser også på bruk av ETCO₂ sammen med SIRS-kriterier som et identifiseringsverktøy for å identifisere sepsis prehospitalt. Felles for alle studiene er at de har som mål å se på om ETCO₂ kan brukes som et verktøy til å identifisere sepsis. Dette gjør artiklene relevante for oss.

Hva slags pasienter forskerne har valgt å inkludere varierer fra studie til studie. En av studiene inkluderer alle febrile pasienter med mistanke om infeksjon, andre ser på mistanke om sepsis ved bruk av SIRS-kriteriene, og deler inn i pasienter med sepsis, alvorlig sepsis og septisk sjokk. Under er en litteraturmatrikse av hver av hovedartiklene vi har brukt i oppgaven.

Artikkel 1:

Tittel	Evaluation of end-tidal carbon dioxide role in predicting elevated SOFA scores and lactic acidosis
Forfatter	Daniel C. McGillicuddy, Aimee Tang, Lauren Cataldo, Julia Gusev, Nathan I. Shapiro
Publiseringsår	2008
Hensikt med studie	Undersøke sammenhengen mellom ETCO ₂ og (1) organdysfunksjon (SOFA score) og (2) laktatnivå hos febrile pasienter i akuttmottak.
Metode	Kvantitativ studie, kohortstudie
Utvalg/populasjon	Voksne pasienter med feber og mistenkt infeksjon. Totalt 97 pasienter.
Hovedfunn/resultater	Det ble funnet en signifikant sammenheng mellom ETCO ₂ og SOFA score, og ETCO ₂ og laktatnivå.
Kvalitetsvurdering	God

Artikkel 2:

Tittel	End-tidal carbon dioxide is associated with mortality and lactate in patients with suspected sepsis
Forfattere	Christopher L. Hunter MD, PhD, Salvatore Silvestri MD, Matthew Deanb, Jay L. Falk MD, Linda Papa MD, MSc
Publiseringsår	2013
Hensikt med studie	Undersøke om det er en forbindelse med endetidal karbondioksid med dødelighet og laktatverdier hos sepsispasienter.
Metode	Kvantitativ studie, Kohortstudie

Utvalg/populasjon	Voksne pasienter med to eller fler SIRS-kriterier. Totalt 201 pasienter.
Hovedfunn/resultater	Det var en sammenheng mellom høyt laktat og lav ETCO ₂ ved sepsis, alvorlig sepsis og septisk sjokk.
Kvalitetsvurdering	God

Artikkel 3:

Tittel	A prehospital screening tool utilizing end-tidal carbon dioxide predicts sepsis and severe sepsis
Forfatter	Christopher L. Hunter, MD, PhD, Salvatore Silvestri, MD, George Ralls, MD, Amanda Stone, MD, Ayanna Walker, MD, Linda Papa, MD, MSc
Publiseringsår	2016
Hensikt med studie	Å finne ut om en undersøkelsesprotokoll som bruker SIRS-kriteriene og ETCO ₂ kan brukes til å diagnostisere pasienter med sepsis prehospitalt.
Metode	Kvantitativ studie, kohortstudie
Utvalg/populasjon	Voksne pasienter med mistenkt sepsis
Hovedfunn/resultater	2 SIRS-kriterier med ETCO ₂ over 25 mmHg identifiserte pasienter som hadde større sannsynlighet for å bli diagnostisert med sepsis, alvorlig sepsis og høyere dødelighet
Kvalitetsvurdering	God

Artikkel 4:

Tittel	End-tidal carbon dioxide as a goal of early sepsis therapy
Forfatter	Faheem W. Guirgis, MDm Deborah J. Williams, MD, Collen J. Kalynych, MSH, EdD, Mary E. Hardy, MPH, Alan E. Jones, MD, Sunita Dodani, MBBS, (MD), MS, PhD, Robert L. Wears, MD, PhD
Publiseringsår	2014
Hensikt med studie	Å avgjøre nytten av endetidal karbondioksid (ETCO ₂) som et verktøy i sepsisbehandling.
Metode	Kvantitativ studie, kohortstudie
Utvalg/populasjon	Voksne pasienter med mistenkt alvorlig sepsis eller septisk sjokk. Totalt 69 pasienter.
Hovedfunn/resultater	Viste et signifikant forhold mellom ETCO ₂ og laktat. Det ble ikke funnet et signifikant forhold mellom forandringene i ETCO ₂ i løpet av 6 timer, og forandringene i laktat.
Kvalitetsvurdering	God

3.3 Kildekritikk

I følge Dalland (2017, s. 149) brukes ordet kilde som opphav til kunnskap. Ikke alt som presenteres som kilde er like holdbart. Vi må derfor gjennom en prosess for å avgjøre om kildene våre kan brukes. I denne prosessen skal det avgjøres om de er relevante og kvaliteten skal vurderes (Dalland, 2017, s.150).

Felles for alle artiklene er at det blir sett på ETCO₂-verdier i sammenheng med sepsis. Kun en av studiene gjennomfører flere kapnografmålinger for å se utviklingen av ETCO₂ verdiene over en 6 timers periode, mens de andre studiene kun har verdier som er målt en gang. Ved å kun gjennomføre en måling, vil det kunne være faktorer som kan påvirke ETCO₂-verdien. Dette kan eksempelvis være at en måling blir tatt over kort tid, eller når pasienten har et unormalt pustemønster eller ikke puster selv. Dette tok flere av studiene hensyn til ved å først

gjennomføre målingen når pasienten hadde flere regelmessige pust uten støtteventilering, og målingene ble gjennomført over 1 minutt. Lungesykdommer som påvirker gassutvekslingen vil kunne påvirke ETCO₂ verdien, og dermed også påvirke resultatene i studiene. En av studiene valgte dermed å ekskludere pasienter med astma og kols og å sammenligne ETCO₂ verdiene til pasienter som var intubert med gruppen som ikke var intubert. En annen studie valgte å sammenligne ETCO₂ verdiene til en gruppe med lungesykdommer med en gruppe uten lungesykdommer, for å se om det påvirket resultatet.

Artiklene deler inn begrepet sepsis i tre ulike grupper: sepsis, alvorlig sepsis, og septisk sjokk. Alvorlig sepsis er ikke lengre en gyldig definisjon, og vil i dag tilsvare det vi kaller sepsis. Ut fra de ulike stadiene av sepsis, har artiklene tatt for seg ulike pasientgrupper. I en artikkel har de kun inkludert pasienter som skal starte sepsisbehandling og dermed utelatt en mer stabil pasientgruppe. Dette kan ha en påvirkning på gjennomsnittsverdiene av målingene som ble gjennomført. I en annen artikkel har de ekskludert pasienter som var intubert før ankomst og dermed kanskje inkludert en "friskere" gruppe pasienter som også kan ha en påvirkning på resultatene.

I de ulike studiene spenner antall pasienter som er inkludert i studien seg fra 69 til 330, noe vi vurderer som store nok grupper til å tolke resultatene som pålitelige. I en av studiene er det forskerne selv som har plukket ut hvilke pasienter de ville ha med i studien fremfor andre studier hvor alle som oppfylte enkelte fastsatte kriterier ble inkludert. Dette er noe som kanskje kan ha en innvirkning på de endelige resultatene ettersom man kan stille spørsmål til om pasientene blir valgt tilfeldig eller strategisk. En av artiklene vi har brukt går akkurat innenfor avgrensningen vi har satt på søket vårt, på 10 år gamle studier, for publiseringsåret var 2008, men selve studien ble gjennomført fra 2006 til starten av 2007. Studien kan derfor bli vurdert som gammel, men på grunn av at det ikke er så mye forskning som omhandler sammenhengen mellom kapnografi og sepsis, vurderer vi artikkelen som relevant også i dagens praksis.

Tidsskriftene hvor artiklene er publisert er fagfellevurdert, og regnes som anerkjente vitenskapelige tidsskrifter ved Norsk senter for forskningsdatas register over vitenskapelige publiseringskanaler. Vi har brukt sjekklister fra folkehelseinstituttet for å kvalitetssikre forskningsartiklene vi har valgt å inkludere i denne oppgaven. Vi har også brukt nettsiden sepsis.no som vedlikeholdes av en gruppe forskere med solid faglig forankring.

3.4 Etikk

I Helseforskningsloven (2008, §5) står det at "Medisinsk og helsefaglig forskning skal vareta etiske, medisinske, helsefaglige, vitenskapelige og personvernmessige forhold".

Når det blir gjennomført studier som baseres på sykdomstilstanden til pasienter og tiltak som har som hensikt å eksempelvis forbedre et utfall, vil det alltid være et spørsmål om etikk. I artiklene vi har brukt blir det innhentet personlig sensitiv informasjon om pasientene, og kun den ene artikkelen har som et krav at pasienten eller pasientens nærmeste pårørende skal gi samtykke til å bli inkludert i studien. I de tre andre studiene står det ikke skrevet noe om at dette er et krav for å inkludere pasienter i studien. I Helseforskningsloven står det at samtykke skal være informert, frivillig, uttrykkelig og dokumenterbart (2008, §13). Siden det ikke står skrevet noe utdypende om samtykke i tre av studiene vet vi ikke om de har fulgt dette punktet i helseforskningsloven.

Ettersom studiene innhenter informasjon om registrerte vitalia via pasientjournaler og anonymiserer pasientene som både er inkludert og ekskludert fra studien, vurderer vi det slik at de tar hensyn til etikk og lov om taushetsplikt når det gjelder sensitiv pasientinformasjon og at det ikke er avgjørende for studiens resultater eller behandling av pasienten om det gis skriftlig samtykke eller ikke.

Alle studiene er blitt godkjent av etiske forskningskomiteer som vurderer om hver studie er forsvarlig å gjennomføre. Et eksempel på uetisk forskning ville være om en studie hvor en gruppe fikk medikamentell behandling og sammenlignet det med en kontrollgruppe som ikke fikk det. I en slik situasjon vil det oppstå et etisk problem når man vet at gjennomførelse av studien vil kunne gå på bekostning av liv.

4.0 RESULTAT

I denne delen av oppgaven vår vil vi presentere funnene til de fire hovedartiklene våre. Vi vil presentere funnene under fire underkapitler som inneholder bruk av kapnograf som en del av et identifiseringsverktøy, sammenhengen mellom ETCO₂-verdier og laktatverdier, dødelighet og organdysfunksjon. Drøfting av funnene kommer i drøftedelen.

4.1 ETCO₂ som en del av et identifiseringsverktøy

Hunter et al. (2016) registrerte over en 12 måneders periode alle pasienter som fikk utløst "sepsis alarm" av ambulansarbeidere tilhørende flere regionale sykehus ved Orange county i Florida. "Sepsis alarm protokoll" går ut på at pasienten har alle kriteriene for mistanke om sepsis; mistanke om infeksjon med to eller fler SIRS-kriterier og ETCO₂-verdier på ≤ 25 mmHg. Pasientene i studien ble sammenlignet med en annen gruppe pasienter der ambulansarbeiderene også hadde utløst "sepsis alarm", men som ikke møtte alle inklusjonskriteriene (pasienter som ambulansarbeiderne mistenke hadde infeksjon, men ikke hadde ≤ 2 SIRS-kriterier (5%), eller ikke hadde ETCO₂ ≤ 25 mmHg (95%)). De undersøkte hvor mange av pasientene som ble diagnostisert både med sepsis og alvorlig sepsis på sykehuset. De så også på dødelighet og inhospitale laktatverdier. Pasienter under 18 år, og pasienter som de ikke hadde pasientdokumenter ble ekskludert fra studiet.

330 "sepsis alarmer" ble utløst i løpet av studieperioden. 183 (55%) av pasientene utfylte alle kriteriene i prosedyren (gruppe 1), hos 147 (45%) av pasientene ble "sepsis alarm" utløst selv om de ikke fylte alle kriteriene med (gruppe 2). Det var en høyere andel av individene i gruppe 1 som ble diagnostisert med sepsis (78% vs 43%) og alvorlig sepsis (47% vs 7%). Gjennomsnitts ETCO₂-verdiene hos gruppe 1 var 20 mmHg, og 33 mmHg hos gruppe 2. For gruppen som fulgte "sepsis alarm protokoll" var sensitiviteten for å forutsi sepsis 69% og spesifisiteten 67%, sensitiviteten for alvorlig sepsis 90%, spesifisiteten 58%.

Av alle målingene som ble tatt prehospitalt var ETCO₂ den største forutsigbare målingen for sepsis, alvorlig sepsis og mortalitet. To SIRS-kriterier og ETCO₂-verdier på ≤ 25 mmHg hos voksne pasienter avdekket pasienter som hadde større sannsynlighet for å bli diagnostisert med sepsis, alvorlig sepsis, innleggelse på intensiv, og høyere dødelighet. Forskerne

konkluderte med at det er en mulighet det å bruke et identifiseringsverktøy med ETCO₂ som et redskap for å måle hypoperfusjon, og for å identifisere sepsis og alvorlig sepsis.

4.2 Sammenheng mellom høyt laktat og lav ETCO₂

Hunter, Silvestri, Dean, Falk & Papa (2013), undersøkte om det er en forbindelse med endetidal karbondioksid med dødelighet og laktatverdier hos sepsispasienter. Studien foregikk over 22 måneder på akuttmottaket ved Orlando Regional, der de utførte en praktisk utvelgelse av pasienter som ankom akuttmottaket med en sykdom presentasjon der de mistenkte sepsis.

ETCO₂-målingene ble tatt med kapnograf etter pasienten hadde pustet 3-5 ganger og bølgetoppene var konstante, og før eventuelle mekaniske ventilasjoner. ETCO₂ og laktatmålinger ble tatt likt og tidlig i forløpet, før det ble gjort noe særlig behandling. De fant i studien sin at gjennomsnitt laktat verdien var 1.79 mmol/l i sepsis gruppen, 6.20 mmol/l hos alvorlig sepsis gruppen og 4,90 mmol/l hos de med septisk sjokk. Gjennomsnittsverdien for ETCO₂ var hos de tilsvarende gruppene 33 mmHg, 28 mmHg, og 30 mmHg. De fant en motsatt sammenheng mellom verdiene av ETCO₂ og laktat i alle kategoriene av sepsis og foreslår at ETCO₂ kan være et nyttig verktøy til å kunne oppdage sepsis.

McGillicuddy, Tang, Cataldo, Gusev & Shapiro (2009) undersøkte sammenhengen mellom ETCO₂, organdysfunksjon (SOFA score) og laktatnivå hos febrile pasienter i akuttmottak. Studien ble gjennomført ved akuttmottaket ved Beth Israel Deaconess Medical Center fra juli 2006 til januar 2007. Datainnsamlingen ble gjennomført av opplærte forskerassistenter ansatt av the Department of Emergency Medicine. Studien tok for seg voksne pasienter som kom til akuttmottaket med feber og mistenkt infeksjon. Totalt 97 pasienter ble inkludert til studien, alle disse var 18 år eller eldre, hadde en temperatur på 38 grader eller mer i akuttmottaket, eller hadde en historie med feber før ankomst til akuttmottaket. Kriteriene for unormale verdier ble basert på tidligere forskning og ble definert som SOFA score >2 og laktatnivå > 4 mmol/L.

Gjennomsnitt laktatnivå for pasienter med ETCO₂ <35 mmHg var 2.1 mmol/L sammenlignet med 1.8 mmol/L hos de med normale ETCO₂ verdier. Det ble funnet en signifikant sammenheng mellom ETCO₂ og laktatnivå, men de er usikre på om sammenhengen er sterk nok for å bidra til en pålitelig klinisk beslutningsprosess.

I Hunter et al. (2016) sin studie tok de også en arteriell blodgass av 259 av de 330 pasientene inkludert i studien. De fant ut gjennom blodprøvene, uavhengig om protokollen ble riktig fulgt eller ikke, at lave ETCO₂-verdier var assosiert med metabolsk acidose og økt inhospital laktatverdi.

Guirgis et al. (2014) ønsket både å se på forholdet mellom ETCO₂ og sentralvenøs oksygenmetning (SVCo₂), og mellom ETCO₂ og laktatnivå hos pasienter i akuttmottak som får tidlig sepsisbehandling. Studien sammenligner også endringene i ETCO₂ med forholdet mellom endringene i SCVo₂ og endringen i laktat over en 6-timers periode. For å måle ETCO₂ gjennomførte de målinger med kapnograf i en ett minutt periode ved tre separate anledninger - 0, 3 og 6 timer etter at tidlig sepsisbehandling ble startet. Hovedforskerene og forskerassistentene gjennomførte registreringen av medisinske pasientjournaler til pasienter som ble inkludert i studien.

Denne studien klarte ikke å vise et klart forhold mellom ETCO₂ og SCVo₂, men demonstrerte en trend som kan tyde på at det var et signifikant forhold mellom ETCO₂ og laktat. Resultatet viste en nesten motsatt kurve mellom de tre målingene som ble tatt av ETCO₂ og laktat. Målingen som ble gjort den sjette timen viste derimot ikke tydelig sammenheng mellom målingene av ETCO₂ og laktat, slik de andre målingene gjorde. Forskerne konkluderte med at ETCO₂ kan være et nyttig triagerings- og identifiseringsverktøy, men vil ikke være nyttig som mål for sepsisbehandling ettersom endringen i ETCO₂-verdiene ikke reflekterer endringene i laktatverdiene.

4.3 Sammenheng mellom dødelighet og lav ETCO₂

Hunter et al. (2013) fant i sin studie at det var tre signifikante indikatorer for dødelighet hos pasientene; bruk av pressorer (substanser som øker det arterielle blodtrykket), mekaniske ventilasjoner og unormale ETCO₂-verdier.

Pasientene i gruppe 1 i Hunter et al. (2016) studie, hadde en høyere dødelighet enn pasientene i gruppe 2. Sensitiviteten for mortalitet var 76%, og spesifisiteten 46% (i gruppe 1). Ikke-overlevende pasienter hadde en høyere gjennomsnittsverdi i laktatmålingene og lavere ETCO₂-konsentrasjon enn de overlevende pasientene.

Guirgis et al. (2014) fant at den sterkeste indikatoren på mortalitet var økt laktatverdi ved første måling, og høye laktatverdier over flere målinger.

4.4 Sammenheng mellom lav ETCO₂ og organdysfunksjon

McGillicuddy et al. (2009) så i tillegg til sammenhengen mellom ETCO₂ og laktat, på om det var en sammenheng mellom ETCO₂ og organdysfunksjon (SOFA-score). De fant at gjennomsnitts SOFA score for pasienter som hadde ETCO₂ <35 mmHg var 2.0 sammenlignet med 1.0 for pasienter med ETCO₂ >35 mmHg, og at denne sammenhengen var signifikant. Men forskerne, som nevnt tidligere, er usikker på om sammenhengen er sterk nok til at ETCO₂ kan bidra til en pålitelig klinisk beslutningsprosess.

5.0 DRØFTING

"Drøftingsprosessen innebærer analyse, vurdering og tolkning av funnene" (Dalland, 2017, s.200). I denne delen av oppgaven vil vi drøfte vårt ansvarsområde og kompetanse, funnene fra forskningsartikler og pensum som kan bidra til å besvare vår problemstilling, "*Kan kapnograf brukes som et verktøy for å identifisere sepsis prehospitalt?*", og vår gjennomføring av oppgaven.

5.1 Bruk av kapnograf prehospitalt som en indikasjon på sepsis

Hunter et al (2016) fant i sin studie at det var høy sensitivitet og spesifisitet for å oppdage sepsis prehospitalt. Dette gjorde de ved å bruke en prosedyre der pasienten skulle fylle to SIRS-kriterier sammen med en ETCO₂-verdi på ≤ 25 mmHg ved mistanke om infeksjon. Forskerne fant også ut av at ved alle målingene som ble tatt av pasientene inkludert i studien, var lav ETCO₂ den største forutsigende målingen for både sepsis, alvorlig sepsis og mortalitet. De konkluderte med at ETCO₂ kan være et mulig redskap til å identifisere pasienter med sepsis.

Lav ETCO₂ var mer forutsigende enn målinger av temperatur, blodtrykk og oksygenmetning. Temperaturmåling er noe vi ofte tar dersom vi mistenker infeksjon, men en høy temperatur er ikke alltid til stede hos pasienter med infeksjon, særlig hos eldre pasienter (Thune & Leonardsen, 2017). Dette kan gjøre at vi muligens ikke tenker infeksjon og sepsis selv om det likevel kan være tilfellet, bare med fravær av feber. Lavt blodtrykk er også noe vi ser etter når vi mistenker sepsis ettersom vi frykter sjokkutvikling. Men pasienten kan kompensere slik at trykket ikke faller med en gang, og dermed skjule at pasienten er i en sjokktilstand. Dette kan muligens resultere i at pasientens sykdomstilstand ikke blir fanget opp (Dalton et al., 2012, s.152). Dette kan være faktorer som gjør at kapnografi er mer forutsigende for sepsis enn temperatur- og blodtrykksmåling.

Resultatene fra denne studien heller mot at kapnograf kan brukes til å identifisere sepsis, slik vi spør om i vår problemstilling. Dette er den eneste studien vi har med som faktisk bruker kapnograf som et verktøy for å identifisere sepsis. Det er i tillegg den eneste studien vi har inkludert som er gjort prehospitalt ettersom vi ikke fant andre prehospitalt studier. Det gjør

det derfor vanskelig for oss å stole helt på resultatene. Vi skulle gjerne hatt flere tilsvarende studier, slik at vi kunne sammenligne de og sett om det var flere som fikk samme resultat. Vi kan heller ikke si noe om kapnograf fungerer bra sammen med andre hjelpeverktøy som brukes i prehospitaltjenester som for eksempel qSOFA, BAS eller RETTS, ettersom denne studien ikke ser på noen av disse.

5.2 Laktat og Etco₂

Dalton et al. (2012, s.170) snakker om viktigheten av laktatmåling som en veileder for behandling og kan fortelle noe om alvorligheten av pasientens tilstand. De skriver i læreboken sin at laktat er den eneste sikre indikatoren til å tidlig identifisere sepsis og septisk sjokk. Utslaget på laktatmåleren vil da være forhøyet laktat (Dalton et al., 2012, s.171).

I de nye sepsisdefinisjonene, fra 2016, defineres septisk sjokk ved kliniske kriterier som behov for vasopressorer for å opprettholde middelarterietrykket på >65 mmHg eller serumlaktatkonsentrasjonen på > 2 mmol hos ikke-hypovoleme pasienter (Skrede & Flaatten, 2016). Det vil si at de bruker laktatverdier til å vurdere alvorligheten av sepsispasienter lagt inn på sykehus. Dette kan vise til at laktat kan si noe om sykdomsforløpet hos disse pasientene, og kan tyde på at laktat kan brukes også til å identifisere sepsis. I forskningsartikkelen "*Absolute lactate value vs relative reduction as a predictor of mortality in severe sepsis and septic shock*" fant Andersen et al. en økt mortalitet hos sepsispasienter med laktat >4 mmol/L.

Laktat er et velkjent godt redskap til å avgjøre alvorlighet ved sykdom på sykehus (Hunter et al., 2013) og til å vise hypoperfusjon (Hunter et al., 2016, s. 813). Jansen et al. (2008) tok laktatmålinger av pasienter som ankom med ambulanse. Kriteriet var at de skulle ha blodtrykk under 100 systolisk, respirasjonsfrekvens under 10 eller over 29, eller glasgow coma scale (GCS) under 14. De så på dødelighet hos disse pasientene, og fant at pasienter med laktat over 3,5 mmol/l hadde høyere dødelighet enn de som hadde under. Dette gjaldt også pasienter som ikke hadde tegn til hypotensjon, men høyt laktat. Dette viser at laktat kan være til hjelp ved generelt alvorlig sykdom, og generell sjokkutvikling. Vi tenker at om vi setter sammen bruk av laktatmåling (eller kapnograf) med klinisk blick og identifiseringsverktøy som SIRS-kriterier eller andre, kan det gjøre det lettere å oppdage sepsis. En annen studie (Boland et al., 2016) fant at bruk av laktatmåling prehospitalt der pasienten hadde økt laktat hadde en litt

større sjansje til å bli diagnostisert med sepsis, enn de som hadde normale verdier (38% vs. 22%). Her var forskjellen ikke stor nok til å være signifikant.

Når vi har ledd i lærebøker, gjort søk i medisinske databaser og i diverse søkemotorer har vi funnet at det er mye delte meninger om betydningen av laktat for identifisering av sepsis. Noen referanser er veldig bastante på at laktat er et viktig identifiseringsverktøy for sepsispasienter, noen mener at det kan være en mulighet, mens andre mener at den ikke er statistisk signifikant. Det var også utfordrende å finne referanser som faktisk sa noe om bruk av laktat ved sepsis. Dette gjør det usikkert for oss, når vi skal prøve å finne ut om det i det hele tatt er nyttig å sammenligne ETCO₂ med laktat. Alle våre artikler viser til at det er en sammenheng mellom ETCO₂ og laktat i ulike grader. Men i og med at det er usikkert om laktat er et godt indentifiseringsverktøy, slik vi originalt hadde inntrykk av, er det ikke sikkert at disse funnene har like stor betydning som vi håpte.

En av referansene våre som er mest positiv til laktat er læreboka "*Empact*", skrevet av Dalton et al. Vi synes det er bemerkelsesverdig at de er så bastante i en lærebok, når vi finner generelt lite av andre referanser som er like bestemte om laktatmålings betydning er så viktig. Vi mener at man bør kunne stole på hva som blir skrevet i en lærebok, og at det som står skal være sikkert med tanke på forskningen som er tilgjengelig når en lærebok blir skrevet. Boka er utgitt i 2012, så ny forskning kan ha kommet i løpet av denne perioden.

Vi ser at det trengs mer forskning på dette området for at vi helt sikkert kan kunne si at laktat er et godt verktøy til å identifisere sepsis, men det er allikevel flere studier som tyder på dette. Dette gjør at vi fremdeles ønsker å inkludere sammenhengen mellom ETCO₂ og laktat i oppgaven vår. Hvis laktat kan brukes for å identifisere sepsis, er det ikke utenkelig at ETCO₂-verdier også kan brukes.

Flere av våre artikler viser en sammenheng mellom laktatverdier og ETCO₂-verdier (Hunter et al., 2013, McGillicuddy et al., 2008, Guirgis et al., 2014). Lav ETCO₂-verdi assosieres med metabolsk acidose ved Hunter et al (2016) sin studie. Den ene artikkelen finner en motsatt sammenheng mellom laktatmålingene og målingen gjort med kapnograf (Hunter et al., 2013). En av de andre studiene som også ser på dette, finner en sammenheng (Guirgis et al., 2014), men ikke mellom forandringer i ETCO₂-verdiene med endringene i laktatverdier. De mener

likevel at det kan være mulig å bruke kapnograf som et triageverktøy, men at det tvilsomt kan brukes under behandling på sykehus.

Ettersom dette viser at ETCO₂ kan si noe om metabolsk acidose og forhøyet laktatnivåer, kan dette hjelpe med å fange opp de dårligste pasientene. Det kan også muligens fange opp pasienter som begynner å utvikle sepsis, men som enda ikke viser noen symptomer på dette. Slik som vi har nevnt tidligere har ofte sepsispasienter svært diffuse symptomer i begynnelsen. Dette kan gi ulikt sykdomsbilde hos forskjellige pasienter utfra hvor infeksjonen sitter, hvilke bakterier eller virus det gjelder, styrken på immunresponsen og hva slags tidligere sykdommer pasienten har hatt.

Det er blitt nevnt at laktatnivå er en indikator på sepsis, og dermed vil det kunne være hensiktsmessig å ha et slikt måleverktøy i ambulansetjenesten i dag. Vi vet ut fra praksisperiodene våre at de har laktatmåling i Innlandet ambulansetjeneste, men dette er den eneste tjenesten vi har kjennskap til som har laktatmålere. I motsetning til laktat, er kapnograf et verktøy som finnes i de fleste ambulansetjenestene i dag og er dermed kanskje lettere å ta i bruk fremfor å innføre et nytt verktøy slik som laktat. Dette vil kunne være billigere siden innkjøp av laktatmåler er kostbart (Dalton et al., 2012, s.170). Det vil også være mer hensiktsmessig økonomisk å fortsette å ha et måleverktøy allerede i bruk, enn å gå til innkjøp av nye måleverktøy.

Alt utstyr i ambulansen stiller krav til korrekt opplæring til bruk av utstyret. Ettersom kapnografen er et verktøy som allerede er i tjenesten er de fleste kjent med bruken av denne, fremfor laktat, og det vil kunne kreve en mer omfattende opplæring ved innføring av laktat som igjen vil være mer kostbart.

Kapnografen er også både lettere og raskere å monitorere. Den plasseres som nevnt tidligere på tuben ved bruk av avansert luftvei, eller så kan man sette på en nesegrime som har kapnografmåler og deretter sette endestykket i monitoren. Etter 3-5 innpust eller manuelle ventilasjoner vil man få opp den gjeldende verdien. Vi vil påstå at å ta laktatmåling heller ikke er spesielt omfattende, men at det samtidig krever mer enn kapnografen. Her må alt finnes frem, det skal være sterilt før innstikk, man skal kunne få blodsvar for å så deretter ta målingen.

Kapnografen er heller ikke invasivt (tiltak hvor noe føres inn i kroppen), noe som gjør at man vil unngå problematikken om sterilisering og sannsynligheten for å forårsake en infeksjon i innstikkssåret til pasienten. Kapnografen vil også måle kontinuerlig, slik at man kan følge med på verdiene fortløpende og se etter forandringer i pasientens tilstand. Laktatmåling er et invasivt verktøy fordi målingene blir tatt direkte fra blodet på samme måte som vi måler blodsukker prehospitalt. Dette vil gi verdien som blir tatt akkurat i det øyeblikket, men hvis man vil undersøke verdien på nytt, krever dette en ny måling fra blodet. Ulempen med dette vil være at det må gjennomføres flere gjentatte målinger på pasienten om man vil overvåke laktatverdien.

I helsepersonelloven står det at helsepersonell skal utføre sitt arbeid på en forsvarlig og omsorgsfull måte (1999, §4). Her er kapnografen mer hensiktsmessig, ettersom denne er et non-invasivt verktøy som gir en kontinuerlig overvåkning over pasientens ETCO₂ verdier. Helsepersonellet skal gjøre minst mulig skade, og man kan da veie for og imot om gjentatte stikk for å måle laktat er skånsomt og omsorgsfullt ovenfor pasienten fremfor å bruke kapnografen som ikke gir skade.

Helsehjelp skal kun gis med samtykke fra pasienten, men det er unntak som sier at helsehjelp kan gis om det er rettslig grunnlag for unntak fra hovedbestemmelsen i pasient- og brukerrettighetsloven (1999, §4). Dette vil dermed si at helsepersonell trenger pasientens samtykke for å kunne utføre helsehjelpen, om pasienten vurderes som autonom eller samtykkekompetent. Når en skal iverksette tiltak som laktat- og ETCO₂-målinger må man ta høyde for at det kan være at pasienten ikke samtykker. Muligens vil et ikke-invasivt verktøy som kapnograf føles tryggere og mer skånsomt for pasienter enn et invasivt verktøy som laktatmåling gjør.

I tillegg til samtykke fra pasient sier helsepersonelloven at helsepersonell har plikt, når det ytes helsehjelp til å informere og involvere pasienten (1999, §10) og pasienten har krav på å motta tilpasset informasjon og ha medvirkning i helsehjelpen (1999, §3). En må derfor informere om de tiltakene som skal iverksettes, og ha god kommunikasjon med pasienten slik at pasienten får en forståelse for hva som skal skje og at han eller hun føler at sin stemme blir hørt i avgjørelsene som blir tatt. Som helsepersonell har vi også plikt til å påse at pasienten har forstått informasjonen. Det er derfor viktig at vi informerer om tiltakene vi gjør som

ETCO₂- og laktatmåling, påser at de forstår informasjonen og har medvirkning i avgjørelsene som blir tatt.

5.3 ETCO₂ forutser organdysfunksjon og mortalitet

Uavhengig om det er en sammenheng mellom laktat og ETCO₂ eller ikke, viser flere av våre studier at ETCO₂ kan si noe alvorligheten hos pasientene. De viser at lav ETCO₂-målinger har en forbindelse med økt dødelighet og organdysfunksjon hos disse pasientene (Hunter et al., 2013, McGillicuddy et al., 2008, Hunter et al., 2016). Ved bruk av kapnograf, kan det gjøre det lettere for ambulansesarbeidere å mistenke alvorlig sykdom og eventuelt sepsis der det er mistanke om infeksjon og der verdiene er lave.

5.4 Kapnografen skal ikke brukes alene

Kapnografi er noe vi opplever blir lite brukt i den prehospitaltjenesten i Norge i dag. Hovedsakelig brukes denne ved hjertestans og for å sjekke om tubeplasseringen er god ved intubering. Denne brukes også til å sjekke om manuelle ventilasjoner er gode. Kapnografen har likevel langt flere bruksområder, og eksempler på dette er ved luftveisobstruksjoner, kols, hjertesvikt, lungeemboli, krampetilstander, syre-/baseforstyrrelser og sirkulasjonssvikt (Illguth et al., 2014, s.19).

Selv om dette er et verktøy som kan brukes ved flere tilstander, er det et hjelpemiddel som ikke er ment for å brukes alene slik som med mye annet utstyr som finnes i ambulansen. Bruken av kapnografi må ses i sammenheng med flere faktorer, slik som klinikk, sykehistorie og verdier fra andre måleverktøy, og man må ta høyde for at det kan være elementer som gir feilmåling (Illguth et al., 2014, s.23).

Feilmålinger som kan forekomme hos pasienter med lungesykdommer påvirker CO₂-verdiene, ved inntak av kullsyreholdige drikker eller luft i ventrikkelen, damp, ved gjennomsnittsmåling ved for eksempel uregelmessig respirasjon og rask ventilasjon (Illguth et al., 2014., s.23). I artiklene vi har brukt har forskerne tatt hensyn til muligheten for feilmålinger. Noen valgte å ekskludere grupper som mest sannsynlig ville gi unormale ETCO₂-verdier, mens andre splittet gruppene og sammenlignet resultater for å undersøke om det var en påvirkning. Dette er noe som kan være fordelaktig ettersom det kan gjøre at man

ekskluderer en gruppe pasienter som vil gi "unormale" verdier i forhold til hva som er normalverdi ved sepsisutvikling. Ulempen ved dette er derimot om pasientgruppen som er blitt ekskludert kunne gi en signifikant forskjell av betydning for resultatet, som kunne være nyttig å bruke i forskningen. En av forskningsartiklene, *End-tidal carbon dioxide as a goal of early sepsis therapy*, valgte å undersøke om pasienter med faktorer som kan påvirke ETCO₂-resultatene fikk ulike verdier versus en gruppe uten disse faktorene, men det ble ikke funnet en forskjell.

Ettersom ETCO₂ ikke er et verktøy som brukes alene, blir verdiene sett i sammenheng med klinikk og laktatverdier. Laktat er et annet verktøy som brukes til å blant annet identifisere sepsis. Alle artiklene sammenligner ETCO₂ verdiene med laktatnivå i løpet av perioden studiene har vart, mens ETCO₂ også sammenlignes med SVCO₂, SOFA score, organdysfunksjon i noen av studiene. ETCO₂ kan gi verdier som kan indikere at pasienten er dårlig, men hvor klinikken tilsier at pasienten er frisk. Dette kan også som nevnt tidligere være på grunn av feilkilder. I andre tilfeller kan ETCO₂ verdiene være definert som normale i sammenhenger hvor den burde avvike fra det normale, og hvor klinikken tilsier at pasienten er svært dårlig.

Selv om hjelpeverktøy, som eksempelvis kapnografi, kan være svært nyttig, er det viktig å ikke glemme at det ikke er sikre verktøy. Dermed er det prehospitalt personellet sin evne til å kunne vurdere pasientens klinikk viktig. Likevel er det vanskelig å identifisere sepsis i praksis, fordi pasienten vil kunne fremstå som syk, men ikke kritisk syk (Dalton et al., 2014, s.171). Symptomene pasienten vil få vil være avhengig av hvor langt sepsisen har utviklet seg. På et tidlig stadium vil symptomene kunne være diffuse og vanskelig å identifisere som symptomer på sepsis. Det blir dermed først lettere å identifisere at en pasient har sepsis når det har kommet på et senere stadium og pasienten er blitt dårligere. Ideelt sett ønsker man å identifisere sepsis på et tidlig punkt og ettersom dette er vanskelig understreker det behovet for optimale identifiseringsverktøy og kunnskap om klinikk.

5.5 Drøfting over gjennomføring av oppgave

I oppgaven har vi flere begrensninger. En av disse er at vi har valgt å bruke 4 forskningsartikler som hovedartikler. Kravet skolen har satt er at vi skal bruke minimum 4 vitenskapelige artikler til resultatdelen, men det er viktig å påpeke at dette kun er et

minimumskrav (OsloMet, 2018, s.6). Vi ønsket å ha flere hovedartikler, men søket vi gjorde ga oss kun disse 4 artiklene vi vurderte som relevante og ville bruke. Det er mulig vi kunne ha fått treff på flere relevante artikler om vi hadde gjennomført søket annerledes.

En annen begrensning er at alle forskningsartiklene er amerikanske og dermed skrevet på engelsk. Dette gir en mulighet for mistolkning av det som står skrevet i artiklene, som dermed kan gjøre at vi har skrevet resultater og funn som ikke er korrekte i forhold til hva forskerne faktisk fant ut. Alle artiklene er primærstudier, men de har også innhentet informasjon fra andre studier og litteratur, slik at det også er en sannsynlighet for at forskerne kan ha mistolket annet fagstoff. Det er noe vi bør ta høyde for, men tenker er lite sannsynlig ettersom dette er fagfellevurderte artikler skrevet av leger som nok er godt kjent med sitt fagstoff.

Siden studiene i forskningsartiklene er amerikanske har vi ingen forskningsartikler som er blitt gjennomført i Norge. Forskere har derfor tatt for seg en større befolkningsgruppe enn det som finnes i Norge, men dette ser vi på som en styrke siden det gir flere deltakere i studien. Ettersom sepsis er en tilstand som rammer populasjoner på verdensbasis, uavhengig av land og størrelse på befolkning, vurderer vi artiklene som sammenlignbare, men er klar over at dette kan være en faktor som har innvirkning på oppgaven. Hvis det er en faktor som kan være av betydning, vil det være den grad det amerikanske helsevesenet for det meste er privat mens det norske hovedsakelig er offentlig. Dermed kan være en forskjell når det kommer til ressurser og kompetanse, og det vil kunne være en forskjell i samfunnsstruktur og oppbygging av helsevesenet. Vi har likevel vurdert at dette ikke har en spesifikk innvirkning på resultatene i forskningsartiklene.

Kun en av artiklene vi valgte var prehospitalet, mens de resterende ble gjennomført i akuttmottak. Ettersom vi tar utgangspunkt i bruk av kapnografi prehospitalt ville det vært ideelt om alle studiene var blitt gjennomført prehospitalt, og dette er derfor en begrensning. Forfatterne i alle artiklene var leger hvor flere hadde doktorgrad, men ingen paramedics. Vi vet ikke om noen av forfatterne har prehospital erfaring ettersom dette ikke blir nevnt eller kommer frem, og det gjør at vi ikke vet om forfatterne har klart å se på de ulike studiene fra et prehospitalt perspektiv.

Alle forskningsartiklene er kohortstudier. Det kunne kanskje ha vært hensiktsmessig å ha med ulike typer studier, men dette var de eneste studiene vi vurderte som relevante på grunn av

resultatene. Det kan hende vi hadde fått opp andre typer studier om vi hadde lagt opp søket vårt annerledes, men det kan tyde på at kohortstudier er den typen som lønner seg mest for å innhente den informasjonen vi lette etter.

Problemstillingen vår er komplisert og tar for seg forskning på legnivå. Vi tar høyde for at vi ser på dette gjennom øynene til prehospitalt helsepersonell, og tar utgangspunkt i forskernes konklusjoner. Vi baserer resultatet vårt på disse konklusjonene ettersom vi ikke har kunnskaper nok på dette nivået.

Vi har vurdert at måten vi har gått frem på virker tilfredsstillende, men vi er klar over at det er flere begrensninger i oppgaven, og at denne kunne blitt gjort på flere ulike måter for å besvare problemstillingen.

6.0 AVSLUTNING

Vi har i denne oppgaven sammenfattet funn fra ulike studier, samtidig som vi har sett på nyere litteratur. Vi har brukt funnene til å forsøke å finne ut om kapnograf kan brukes til å oppdage sepsis prehospitalt ettersom dette er en utfordrende sykdomstilstand vi møter på som paramedics. I tillegg er sepsis en alvorlig tilstand hvor identifisering kan være avgjørende for pasientens overlevelse. Vi ser at ETCO₂ kan si noe om metabolsk acidose og forhøyet laktatnivåer, og kan ha en høy spesifisitet og sensitivitet sammen med SIRS-kriteriene.

Funnene våre tilsier at det kan være en mulighet å bruke kapnograf i prehospitall sepsisidentifisering, men det er dessverre alt for lite forskning på temaet til at vi kan trekke en konklusjon vedrørende dette. Kapnograf er likevel et verktøy som allerede er tilgjengelig i aller fleste prehospitale tjenester i Norge som vi kjenner til, det er billig, lett å bruke, ikke-invasivt og gir en kontinuerlig overvåkning, noe som gjør det til et godt verktøy å ha i ambulansen. Det gjenstår å se om det er et godt verktøy til oppdagelse av sepsis.

Videre ønsker vi at bør det ses på mer om bruk av kapnograf prehospitalt, ettersom vi kun fant én studie som så på akkurat dette. I tillegg hadde det vært interessant å se på bruk av kapnograf på andre områder ettersom vi nå har sett under utførelse av denne oppgaven. Dette er et verktøy som er undervurdert og absolutt burde brukes mer i den prehospitale tjenesten enn det gjøres i dag.

7.0 LITTERATURLISTE

Boland, L. L., Hokanson, J. S., Fernstrom, K. M., Kinzy, T. G., Lick, C. J., Satterlee, P. A., LaCroix, B. K. (2016). Prehospital Lactate Measurement by Emergency Medical Services in Patients Meeting Sepsis Criteria. *Western Journal of Emergency Medicine*, 5: 648-655, doi: 10.5811/westjem.2016.6.30233

Collins Dictionary (udatert). *Definition of "adult"*. Hentet 11.05.2018 fra <https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/adult>

Dalland, O. (2017). *"Metode og oppgaveskriving"* (6. utg.). Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS

Dalton, T., Limmer, D., Mistovich, D. & Werman, H. A. (2012). *"Emergency medical patients: Assessment, care, and transport (EMPACT)"*. London: Pearson Education

Forskrift om akuttmedisin utenfor sykehus. Forskrift 18. mars 2005 nr. 252 om krav til akuttmedisinske tjenester utenfor sykehus.

Guerra, W. F., Mayfield, T. R., Meyers, M. S., Clouatre A. E., Riccio J. C. (2012). Early detection and treatment of patients with severe sepsis by prehospital personnel. *The Journal of Emergency Medicine*, s. 1116–1125, doi: 10.1016/j.jemermed.2012.11.003

Guirgis, F. W., Williams, D. J., Kalynych, C. J., Hardy, M. E., Jones, A. E., Dodani, S., & Wears, R. L. (2014). *End-tidal carbon dioxide as a goal of early sepsis therapy*. *American Journal of Emergency Medicine*, 32: 1351-1356, doi: 10.1016/j.ajem.2014.08.036

Hauge, A. (2009). *Respirasjonsregulering*. I *Store medisinske leksikon*. Hentet 23.05.2018 fra <https://sml.snl.no/respirasjonsregulering>

Helsedirektoratet (udatert). *Om sepsis - SIRS-kriterier - diagnostiske kriterier ved organsvikt - praktiske tiltak - antibiotikabehandling (forslag)*. Hentet 20.03.2018 fra <https://helsedirektoratet.no/retningslinjer/antibiotika-i-sykehus/seksjon?Tittel=om-sepsis-sirs-kriterier-10361>

Helseforskningloven. Lov 20. juni 2008 nr. 44 om medisinsk og helsefaglig forskning.

Helsepersonelloven. Lov 2. juli 1999 nr. 64 om helsepersonell

Herlitz, J., Bång, A., Wireklint-Sundström, B., Axelsson, C., Breme, A., Hagiwara, M., Jonsson, A., Lundberg, L., Suserud, B., Ljungström, L. (2012), "Suspicion and treatment of severe sepsis. An overview of the prehospital chain of care. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 20:42, s. 2-8.

<http://www.sjtre.com/content/20/1/42>

Hunter C. L., Silvestri, S., Dean, M., Falk J. L., Papa L. (2013). End-tidal carbon dioxide is associated with mortality and lactate in patients with suspected sepsis. *American Journal of Emergency Medicine*, s. 64-71, doi: 10.1016/j.ajem.2012.05.034

Hunter, C. L., Silvestri, S., Ralls, G., Stone, A., Walker, A., Papa L. (2016). A prehospital screening tool utilizing end-tidal carbon dioxide predicts sepsis and severe sepsis. *American Journal of Emergency Medicine*, 34: 813–819, doi: 10.1016/j.ajem.2016.01.017

Illguth, E., Nordrum, F., Grude, O., Skoglund, D. (2014). Kapnografi: mer enn bekreftelse på korrekt tube plassering. I *Ambulanseforum*. Hentet dato fra <http://www.ambulanseforum.no/wp-content/uploads/2014/10/Kapnografi-Ambulanseforum.pdf>

Jansen, T. C., van Bommel, J., Mulder, P.G., Rommes J. H., Schievelde S. J., Bakker, J. (2008). The prognostic value of blood lactate levels relative to that of vital signs in the pre-hospital setting: a pilot study. *BMJ Open*, s. 1-8, doi: 10.1136/bmjopen-2016-011450

Laake, J. H. (2016). Sepsis-3 - ny definisjon med bismak?. I *Tidsskriftet, den norske legeforening*. Hentet 23.04.2018 fra <https://tidsskriftet.no/2016/06/kommentar-og-debatt/sepsis-3-ny-definisjon-med-bismak>

Legehandboka (2016). *Laktat*. Hentet 24.04.2018 fra <http://nevro.legehandboka.no/handboken/nel/prover-og-svar/klinisk-kjemi/blodprover/laktat/>

Lokhandwala, S. L., Andersen, L- W., Nair, S., Patel, P., Cocchi, M. N., Donnino, M. W. (2016). Absolute lactate value vs relative reduction as a predictor of mortality in severe sepsis and septic shock. *Journal of Critical Care* 37: 179–184, doi: 10.1016/j.jcrc.2016.09.023

Mayo Clinic (2018). *Sepsis*. Hentet 23.04.2018 fra <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/sepsis/symptoms-causes/syc-20351214>

McGillicuddy, D. C., Tang, A., Cataldo, L., Gusev, J., Shapiro, N. I. (2009). Evaluation of end-tidal carbon dioxide role in predicting elevated SOFA scores and lactic acidosis. *Intern Emerg Med*, 4:41–44, doi: 10.1007/s11739-008-0153-z

Myrvang, B., (2018). *Sepsis*. I Store medisinske leksikon. Hentet 23.04.2018 fra <https://sml.snl.no/sepsis>

Nasjonalt kunnskapssenter for helsetjenesten (2014). Sjekkliste for vurdering av en kohortstudie. I *kunnskapssenteret*. Hentet 14.04.2018 fra <https://fhi.no/globalassets/kss/filer/filer/verktoy/sjekkliste-kohort-2014.pdf>

Nordseth, T., (2018). *Acidose*. I Store medisinske leksikon. Hentet 24.04.2018 fra <https://sml.snl.no/acidose>

Norsk helseinformatikk (udatert). *Sepsis (blodforgiftning)*. hentet 20.03.2018 fra <https://nhi.no/sykdommer/infeksjoner/bakteriesykdommer/blodforgiftning-sepsis/>

Norsk Resuscitasjonsråd (2015). *Retningslinjer 2015 AHLR på voksne*. hentet 14.04.2018 fra http://nrr.org/images/pdf/AHLR_pa_voksne_Norske_retningslinjer_2015.pdf

Oslo Metropolitan University (2018). *Retningslinjer for bacheloroppgave*. hentet 19.03.2018 fra [https://fronter.com/hioa/links/files.phtml/5aad06983dd16.2010866579\\$261780662\\$/..Present+er+fagstoffet+her/Mars+2018+retningslinjer+for+bacheloroppgaven.pdf](https://fronter.com/hioa/links/files.phtml/5aad06983dd16.2010866579$261780662$/..Present+er+fagstoffet+her/Mars+2018+retningslinjer+for+bacheloroppgaven.pdf)

Pasient- og brukerrettighetsloven. Lov 2. juli 1999 nr. 63 om pasient- og brukerrettigheter.

Roest, A. A., Stoffers, J., Pijpers, E., Jansen, J., Stassen, P. M. (2015). Ambulance patients with nondocumented sepsis have a high mortality risk: a retrospective study. *European Journal of Emergency Medicine*, 24:36–43, doi: 10.1097/MEJ.0000000000000302

Skrede, S., Flaatten, H. K. (2016). Nye internasjonale sepsisdefinisjoner vil påvirke hverdagen vår. I *Indremedisinen*. hentet 23.04.2018 fra <https://indremedisinen.no/2016/08/nye-internasjonale-sepsisdefinisjoner-vil-pavirke-hverdagen-var/>

Sepsis.no (udatert). *Hva er sepsis?* Hentet 20.03.2018 fra <https://www.sepsis.no/hva-er-sepsis>

Thune, M., & Leonardsen Ann-Chatrin. (2017). Sepsis hos eldre kan bli oversett. *Sykepleien* 2017 105(62320)(e-62320), doi: 10.4220/Sykepleiens.2017.62320

World health organization (udatert). *Improving the prevention, diagnosis and clinical management of sepsis*. Hentet 20.03.18 fra <http://www.who.int/sepsis/en/>

Xueling, F., Zhenzhen, W., Jun, Y., Hongliu, C., Zhengjie, Y., Kun, L., & Qiang, F. (2017). Clinical Evaluation of Sepsis-1 and Sepsis-3 in the ICU. *Chestjournal*, doi: 10.1016/j.chest.2017.06.037

Ørn, S., Mjell, J. & Bach-Gansmo, E. (2011). *Sykdom og behandling*. Oslo: Gyldendal akademisk (4. utg)