

# *Prehospital temperaturmåling*

*Er rektal- og øretermometri nøyaktig ved prehospital hypotermi?*

Para3900 - Bacheloroppgave

Bachelorstudium i Prehospitalt arbeid – paramedic

OsloMet – Storbyuniversitetet

Kandidat 122 og 148

10812 ord

29.mai 2018

## SAMMENDRAG

**Introduksjon:** Identifisering av hypotermi er viktig for å iverksette tidlig profylakse og korrigerende av nedkjøling. Hvordan ambulanspersonell måler temperatur og hvilket utstyr som er tilgjengelig varierer i Norge. Formålet med dette litteraturstudiet er å undersøke nøyaktigheten til målingene fra rektale-, epitympaniske og infrarøde øretermometre og hvordan vind og kulde påvirker disse.

**Metode:** Systematiske søk i databasene Medline, Swemed+, CINAHL og manuelle søk i litteraturlister til relevante studier gav 8 artikler fra 2010-2017 som er inkludert i oppgaven. Nøyaktigheten til rektaltemperatur med probe ( $T_{rek}$ ), øretemperatur med probe ( $T_{epi}$ ) og ved infrarød måling ( $T_{ir}$ ) ble sammenlignet med hverandre.

**Resultat og diskusjon:** Sammenligningen av studiene viser at infrarøde termometre er nøyaktige inhospitalt, men lar seg lett påvirke av kulde og vind prehospitalt. Rektal termometri viser 0,4-1,5°C høyere temperatur enn kjernetemperatur, er upraktiske ved traumer og er forsinket ved endringer i kjernetemperatur. Epitympanisk termometri gir mulighet for kontinuerlig måling, men viser temperaturer 0,9-1,5°C lavere enn kjernetemperaturen. I tillegg kan målingene bli påvirket av kulde og vind.

**Konklusjon:** Termometrene ambulansetjenesten bruker i dag er unøyaktige ved prehospital bruk. Dette burde ikke stå i veien for at målinger utføres, men ambulanspersonellet må ta i betraktning at termometeret ikke gjenspeiler pasientens faktiske kjernetemperatur. Ytterligere forskning er nødvendig for å bekrefte funnene i oppgaven.

## INNHALDSFORTEGNELSE

1.0	INTRODUKSJON .....	5
1.1	BEGRUNNELSE FOR VALG AV TEMA .....	5
1.2	STUDIENS HENSIKT .....	6
1.3	PROBLEMSTILLING.....	7
1.3.1	Presisering av problemstilling .....	7
1.3.2	Oppgavens disposisjon.....	7
1.3.3	Avgrensning av problemstillingen.....	7
1.4	DEFINISJON AV BEGREPER.....	8
2.0	TEORI.....	10
2.1	HISTORISK TILBAKEBLIKK.....	10
2.2	GJENNOMGANG AV MÅLEMETODER .....	10
2.2.1	Epitympanisk måling .....	10
2.2.2	Infrarød måling.....	11
2.2.3	Rektal måling .....	11
2.3	TEMPERATURFYSIOLOGI .....	12
2.3.1	Kjernetemperatur .....	12
2.4	PATOFYSIOLOGI VED NEDKJØLING.....	13
3.0	METODE .....	15
3.1	VALG AV METODE .....	15
3.2	VALG AV STUDIEDESIGN OG DATABASER .....	15
3.3	LITTERATURSØK.....	16
3.3.1	Systematiske søk .....	16
3.3.2	PICO-skjema og MeSH-termer .....	16
3.3.3	Inklusjon- og eksklusjonskriterier.....	17
3.3.4	Søkeordstabell .....	18
3.3.5	Usystematiske søk .....	19
3.5	ETISKE VURDERINGER I SØKEPROSESSEN .....	19
3.6	LITTERATURMATRISE .....	20
3.7	KILDEKRITIKK OG KVALITETSSIKRING .....	21
3.7.1	Metodiske svakheter og styrker med hovedartiklene .....	22
4.0	RESULTAT.....	24
4.1	NØYAKTIGHET .....	24
4.1.1	Epitympanisk nøyaktighet.....	24
4.1.2	Infrarød nøyaktighet .....	24

4.1.3 Rektale termometre.....	25
4.2 PÅVIRKNING FRA MILJØET.....	25
4.2.1 Kald luft.....	26
4.2.2 Vind.....	26
5.0 DISKUSJON.....	28
5.1 TERMOMETRENES NØYAKTIGHET.....	28
5.1.1 Epitympanisk temperaturmåling.....	28
5.1.2 Infrarød temperaturmåling.....	28
5.1.3 Rektal temperaturmåling.....	29
5.1.3 Sammenligning av nøyaktighet.....	30
5.2 PÅVIRKNING AV MÅLERESULTAT.....	32
5.2.1 Fuktighet i øret.....	32
5.2.2 Påvirkning fra kulde.....	32
5.2.3 Påvirkning av vind.....	33
5.3 ETISKE ASPEKTER.....	35
5.3.1 Kryssing av pasientens intimsone.....	35
5.3.2 Kulde forsterker smerteopplevelsen.....	36
5.3.3 Ulike prosedyrer og utstyr gir ulik helsehjelp.....	36
5.4 METODISKE STYRKER OG SVAKHETER VED OPPGAVEN.....	36
5.5 AVSLUTNING.....	38
LITTERATURLISTE.....	40
VEDLEGG 1.....	46

## 1.0 INTRODUKSJON

Hypotermi (fra gresk, *hypo*: «for lite», *therme*: «varme») er definert som en tilstand der kroppens temperatur er lavere enn 35°C (Caroline, Pollak & Pilbery, 2014; Dietrichs & Opdahl, 2018; Zafren & Mechem, 2018). Rundt 50 personer dør årlig av hypotermi i både Norge og Sverige (Dommerud, 2011), og i Storbritannia er tallet på årlige dødsfall 300 (Agaba & Barrera, 2018). Når pasientens temperatur faller under 32°C, øker mortaliteten for skadde pasienter fra 3% til 50% (Martin et al., 2005; Vardon, Mrozek, Geeraerts & Fourcade, 2016). Forebygging av nedkjøling på et tidlig stadium kan derfor ha stor innvirkning på pasients sykdomstilstand.

Ambulansepersonell er ofte pasientens første møte med spesialisthelsetjenesten. Tidlig behandling og forebygging av hypotermi er avhengig av at ambulansepersonell har gode metoder for å identifisere at pasienten er kald. Temperaturen til pasienten brukes til å avgjøre valg av sykehus og behandlingen som pasienten senere vil få inhospitalt (Deslarzes, Rousson, Yersin, Durrer & Pasquier, 2016; Strapazzon et al., 2015; Sykehuset i Vestfold, 2018; Zafren & Mechem, 2018). Det er derfor viktig at ambulansepersonell har nøyaktige termometre som lar seg bruke på skadested eller under transport. Imidlertid sier lokale retningslinjer (Medisinsk operativ manual) i Oslo og Akershus, Vestfold eller Østfold ingenting om at pasientens temperatur skal måles ved mistanke om hypotermi (Oslo Universitetssykehus, 2012; Sykehuset i Vestfold, 2018; Sykehuset Østfold, 2018). Dette viser behovet for å belyse hypotermibehandling som tema i prehospitalt arbeid.

### 1.1 Begrunnelse for valg av tema

Gjennom praksis og jobb som assistenter i ambulansetjenesten har vi erfart at det er store forskjeller på rutiner for temperaturmåling, forebygging og behandling ved mistanke om hypotermi mellom ambulansedistriktene. Temperaturmåling kan tidvis bli nedprioritert eller ikke utført, selv om mye skulle tilsi at pasienten er kald. Flere europeiske studier viser at prehospitalt personell ikke er gode nok på hypotermiprofylakse og korreksjon (Alex, Karlsson & Saveman, 2013a; Vardon et al., 2016). Harten-Ash og Hudson (2014) viser at 76% av alvorlig skadde pasienter ankom akuttmottaket uten at temperaturen var blitt målt. Samtidig viser en stor europeisk studie at pasienter som får målt temperaturen sin prehospitalt har 0,9% lavere mortalitet (Weuster et al., 2016). Dersom ambulansepersonell blir flinkere til å måle

temperaturer kan dette føre til økt overlevelse. Dette er en del av motivasjonen vår til å skrive bacheloroppgave om hvordan temperatur bør måles prehospitalt.

Mange norske ambulansetjenester bruker i dag termometre designet for å måle feber. Kun 12% av ambulansetjenestene i Norge har termometre egnet til måling av temperaturer under 32°C (Karlsen, Thomassen, Vikenes & Brattebo, 2013). I Sverige er tilsvarende tall 48% (Henriksson, Björnstig, Saveman & Lundgren, 2017).

Prehospitalt pasienter blir påvirket av ulike temperaturer, lysforhold, vær og vind (Lapostolle et al., 2017). Dette er faktorer som gjør pasientbehandlingen mer komplisert og øker sannsynligheten for at pasienten blir nedkjølt. Våre erfaringer er at det er mye usikkerhet knyttet til om disse faktorene også påvirker påliteligheten til termometrene. Enkelte løser dette ved å dokumentere målested og metode i pasientjournalen, andre adderer 0,5°C på måleresultatet. Andre unngår å måle dersom det ikke er strengt tatt nødvendig. Manglende identifisering av nedkjøling har konsekvenser utover selve pasienten. En stor europeisk systematisk oversiktsartikkel med over 15 000 pasienter viste at hypotermi øker gjennomsnittlig liggedøgn på intensivavdeling med opp til 14 dager (Weuster et al., 2016). Det finnes derfor også et samfunnsøkonomisk perspektiv på tidlig diagnostisering av hypotermi.

Alle argumentene i underkapittel 1.1 viser behov et for å undersøke hvordan miljøet rundt pasienten påvirker temperaturmåling og hvilket termometer som er mest nøyaktig for prehospital bruk.

## **1.2 Studiens hensikt**

Studien har til hensikt å vurdere hvilken målemetode som er mest nøyaktig, samt hvordan prehospitalt faktorer som vær og vind påvirker resultatet av en temperaturmåling. Vi vil derfor søke etter forskning som sammenligner ulike måter å måle temperatur på utendørs. Dette vil forhåpentligvis føre til diskusjon rundt utfordringen med prehospital nedkjøling, og kanskje bidra til at ambulanspersonell får mer kunnskap om hvordan påvirkning av temperaturmålinger kan reduseres.

### 1.3 Problemstilling

Vår problemstilling er:

«*Hvordan bør ambulanspersonell måle temperatur ved mistanke om hypotermi?*»

#### 1.3.1 Presisering av problemstilling

Operasjonalisering vil si å dele opp problemstillingen i mindre søkbare enheter (indikatorer) som lettere lar seg undersøke, og er en forutsetning for å oppnå et troverdig og pålitelig resultat (Dahlum, 2016). Vi operasjonaliserer derfor problemstillingen for å lettere kunne svare på den.

1. Vi vil først sammenligne nøyaktigheten til de ulike metodene
  - a. Probebasert øretermometer
  - b. Probebasert rektaltermometer
  - c. Infrarødt øretermometer
  
2. Vi vil deretter finne ut hvordan tympanisk temperatur blir påvirket av
  - a. Lav temperatur (<2°C)
  - b. Vind

#### 1.3.2 Oppgavens disposisjon

Bakgrunnsteori relevant for problemstillingen og nærmere definering og beskrivelse av selve målemetodene presenteres i kapittel 2 *Teori*. Forskningsmetoden for oppgaven beskrives i kapittel 3 *Metode*. Resultatene vil bli sammenfattet i kapittel 4 *Resultat*, og drøftet i kapittel 5 *Diskusjon*. Vi vil nå definere begrepene brukt i operasjonaliseringen og begrunne hvorfor oppgaven er begrenset til de nevnte faktorene.

#### 1.3.3 Avgrensning av problemstillingen

Ambulansetjenesten har i dag to metoder for å måle temperatur, rektal termometri og infrarøde øretermometri (Karlsen et al., 2013). Det er derfor naturlig å inkludere disse metodene i vår litteraturstudie. Rektaltermometre uten probe regnes for å være unøyaktige ved måling av lave temperaturer, og det anbefales derfor bruk av probebasert rektaltermometer i både nasjonale prosedyrer og forskningslitteratur (Nasjonal kompetansetjeneste for traumatologi, 2017; Lee, Wakabayashi, Wijayanto, Tochiyara 2010).

Vi avgrensner derfor rektaltermometri til kun å omfatte probebasert måling. Enkelte ambulansere arbeidere bruker rektaltermometret under tungen eller armen til pasienten for å måle temperatur, men da med vissheten om at nøyaktigheten her er lavere, samt at det er åpenbare hygieniske utfordringer (Strapazzon, Procter, Paal & Brugger, 2014). Vi velger derfor å se bort fra aksillær og oral temperaturmåling i denne oppgaven.

I nasjonale anbefalinger er probebasert øretermometri (epitympanisk termometri) den anbefalte måten å måle temperatur på ved mistanke om hypotermi (Nasjonal kompetansetjeneste for traumatologi, 2017). Epitympanisk måling brukes også mye i forskningslitteratur fordi den tillater kontinuerlige målinger (Uleberg, Eidstuen, Vangberg & Skogvoll, 2015). Dette gjør også at vi kan vurdere påvirkning av vind og kulde på tympaniske målinger. Vi inkluderer derfor epitympanisk termometri i oppgaven. Videre forklaring og definisjon av målemetodene gjøres i underkapittel 2.2 *Gjennomgang av målemetodene*.

Vi begrenser oppgaven til å gjelde voksne personer over 18 år.

#### **1.4 Definisjon av begreper**

Med *ambulanspersonell* mener vi alle som jobber eller tjenestegjør på en bilambulans, samt frivillig ambulanspersonell med utsjekk fra lokalt helseforetak.

Tympaniske termometre er en samlebetegnelse for epitympaniske og infrarøde termometre. Epitympaniske termometre er øretermometre med probe.

Med *nøyaktighet* mener vi et måleinstruments evne til å gjengi en verdi mest mulig lik pasientens kjernetemperatur. Vi definerer kjernetemperatur i seksjon 2.3.1 *Kjernetemperatur*. Alle termometre i bruk i medisinsk virksomhet testes av produsentene, og må oppfylle krav til nøyaktighet samt oppgi grenser for feilmarginer. Produsentene av termometrene aksepterer en unøyaktighet på selve målingen på  $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$  (Boso Bosch + Sohn, udatert; Camboni, Philipp, Schebesch & Schmid, 2008; Haugan et al., 2013; Skaiaa, Brattebo, Assmus & Thomassen, 2015; Uleberg et al., 2015). Forskjeller mellom ulike termometerprodusenter blir ikke vurdert i denne oppgaven.

Vi definerer et termometer som nøyaktig dersom temperaturdifferansen mellom pasientens kjernetemperatur og måleresultater er mindre enn  $0,5^{\circ}\text{C}$ . Dette støttes av Barnason et al. (2012) og Caroline et al. (2014, s761). Forskjeller mindre enn  $0,5^{\circ}\text{C}$  ansees ikke som relevant for klinisk praksis (Haugan et al., 2013; Vardon et al., 2016, s. 358). Dersom studiene vi



finner påviser større avvik enn  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  uten at dette er redegjort og forklart på en god måte vil vi argumentere for at målemetoden er unøyaktig i diskusjonsdelen.

Å arbeide i ambulansetjenesten medfører daglig belastning under alle værforhold (OsloMet – Storbyuniversitetet, 2017). Vi mener at påvirkning fra vind og kulde er de faktorene som skiller seg mest fra inhospitale arbeidsforhold ved temperaturmåling. Rektalmålinger er ikke utsatt for miljøpåvirkning, og det er derfor kun hensiktsmessig å vurdere miljøpåvirkning på øret i denne oppgaven. Begrepene *miljøfaktorer*, *prehospitale forhold* og *omgivelsespåvirkning* refererer i denne oppgaven til påvirkning av kulde og vind.

Romtemperatur blir brukt som uttrykk for omgivelsestemperaturen rundt pasienten, selv om målingen skjer utendørs.

Studier viser at tympaniske målinger ikke lar seg gjennomføre ved fuktighet i øret, da fukt vil forstyrre målingene så drastisk at målingen ikke kan brukes (Rogers et al., 2007; Skaiaa et al., 2015). Fuktighet er derfor en kilde til unøyaktighet som er verdt å drøfte, men ettersom studier viser at målinger med fukt underkjennes, vil vi ikke se på dette som en egen faktor. Vi vil derfor kun kort drøfte utfordringer med fukt i kapittel 5.2.1 *Fuktighet i øret*.

## 2.0 TEORI

### 2.1 Historisk tilbakeblikk

Tradisjonelt har kvikksølvtermometret helt siden innføringen i 1867 vært ansett som den mest nøyaktige måten å måle temperatur på (McCarthy & Heusch, 2006). Før den tid bar termotermometermålingene så stort preg av unøyaktighet at klinisk diagnostisk bruk av måleinstrumentene ikke var mulig.

Usikkerhet knyttet til miljøforgiftning fra kvikksølv førte imidlertid til et norsk forbud mot omsetning av kvikksølvtermometre i 1998, som raskt spredde seg til flere europeiske land (Haugan et al., 2013). Dette satte fart på utviklingen av en ny generasjon digitalt medisinsk utstyr, og i dag brukes for det meste enkle, trygge og raske digitale rektale og tympaniske termometre verden over.

### 2.2 Gjennomgang av målemetoder

#### 2.2.1 Epitympanisk måling

Det første øretermometret ble utviklet av Theodor Benzinger i 1963, og bestod av en temperaturprobe som ble lagt i direkte kontakt med trommehinnen. Metoden fikk navnet epitympanisk termotermometermåling (fra gresk, *epi*: på. *Membrana tympani*: trommehinnen) (Stenklev, 2009). Teorien bak metoden var at både det indre øret og kroppens temperatursenter i hypotalamus ble forsynt av de samme blodårene. Temperaturen i øret var derfor lik temperaturen i hjernen (Caroline et al., 2014). Om målingene faktisk blir mer lik kjernetemperaturen jo nærmere hypothalamus man kommer er usikkert, da det i nyere tid har blitt vist at flere blodkar som passerer trommehinnen kan påvirke temperaturen i øret (McCarthy & Heusch, 2006). I tillegg er det usikkert hvordan romtemperaturen rundt pasienten og lokale kjølemekanismer i ansiktet vil påvirke målt epitympanisk temperatur (T<sub>epi</sub>) (Caroline et al., 2014, s. 761; Teunissen, de Haan, de Koning, Clairbois & Daanen, 2011).

Kontaktmåling med probe innebærer risiko for oppskrapning, perforasjon og smerter hos pasienten, noe som kan føre til stort ubehag og risiko for å skade hørselsfunksjonen. Direkte kontaktmåling er derfor uegnet i klinisk praksis selv om den regnes som meget presis (Teunissen et al., 2011). Epitympanisk måling utføres derfor i dag ved at en probe legges

inntil, men ikke i direkte kontakt med trommehinnen slik at risikoen for skader og smerter reduseres (Nasjonalt kompetansetjeneste for traumatologi, 2017; Strapazzon, Procter, Paal & Brugger, 2014). Deretter isoleres ørets åpning med bomull eller annet egnet materiale slik at man reduserer påvirkning på øregangens temperatur. Proben skal ligge så langt inn som mulig uten at det er ubehagelig og fikseres godt for å hindre bevegelse av proben.

### *2.2.2 Infrarød måling*

En annen måte å måle temperaturen i øret på er med infrarød måling (IR). Instrumentet føres inn i ørekanalen, og operatøren utløser en IR-stråle som avleser strålevarmen fra trommehinnen. Prosedyren er enkel, smertefri og tar kun noen sekunder å utføre. I tillegg er øretermometre billige i innkjøp og vel utprøvd inhospitalt (Crawford, Hicks & Thompson, 2006).

Produsentene av infrarøde øretermometre tester imidlertid ikke påliteligheten under prehospitale forhold (Strapazzon et al., 2014, s. 108). I tillegg kan anatomiske forskjeller i øret, brukerfeil som dårlig vinkel/sikting på trommehinnen og for lite penetrasjon av ørekanalen gjøre at man måler temperatur i øregangen i stedet (McCarthy & Heusch, 2006). Operatøren får da feil resultat. Det er ingen måte å verifisere at varmesignaturen fra trommehinnen ble avlest heller enn varmesignaturen fra øregangen (National Association of Emergency Medical Technicians, 2014, s. 576; Teunissen et al., 2011). I tillegg gir IR-måling kun et øyeblikksbilde av temperaturen, mens ambulanspersonell ofte ønsker en kontinuerlig måling slik at endringer i tilstanden kan oppdages på et tidlig stadium (Lapostolle et al., 2017; Uleberg et al., 2015) Det er derfor usikkert i hvilken grad infrarøde termometre er egnet for prehospital bruk.

### *2.2.3 Rektal måling*

Rektale termometre har tradisjonelt sett blitt ansett som den mest pålitelige måten å måle temperatur på (VAR healthcare, 2018). Rektalmåling er i tillegg billig og enkel å utføre. Enkelte har i nyere tid stilt spørsmål rundt metodens nøyaktighet ved hypoterme pasienter ettersom digitale rektaltermometrene er utviklet for påvisning av feber (Strapazzon, Avancini & Blancher, 2013). Endetarmsåpningen er også ofte utilgjengelig, noe som gjør rektal måling uegnet ved traumepasienter (Uleberg et al., 2015, s. 6). Avkledning kan også bidra til økt nedkjøling. Digital rektal måling utføres ved at et termometer føres 2-3 centimeter (cm) inn i endetarmsåpningen, og varmen fra tarmen overføres til termometeret. Instrumentet avgir etter omtrent ett minutt en signaltone som indikerer at temperaturstigningen i termometeret er

mindre enn 0,1°C pr 15 sekund, og målingen er da ferdig. (Boso Bosch + Sohn, udatert). Flere studier anbefaler imidlertid at rektal temperaturmåling gjøres med måleprobe som føres 10-20 cm inn i endetarmen, da mengden avføring og lokale forskjeller i endetarmen kan påvirke resultatet (Lee, Wakabayashi, Wijayanto & Tochihara, 2010; Miller, Hughes, Long, Adams & Casa, 2017). Som nevnt i seksjon 1.3.3 *Avgrensing av problemstillingen* ser vi kun på probebasert rektaltermometri da dette regnes som mer nøyaktig.

## 2.3 Temperaturfysiologi

Kroppens temperatur avgjøres av balansen mellom varmeproduksjon og varmetap. Varmen skapes i hovedsak av kroppens cellemetabolisme og tapes via huden og lungene (Zafren & Mechem, 2018). Økes eller senkes varmeproduksjonen eller -tapet vil kroppstemperaturen endres tilsvarende. Ulike deler av kroppen kan ha ulik temperatur, og begrepet *kjernetemperatur* nyttes ofte for å beskrive den temperaturen hjernen og vitale organer har.

### 2.3.1 Kjernetemperatur

Måling av  $T_{kjerne}$  er den eneste måten å nøyaktig anslå alvorlighetsgraden av hypotermi (Strapazzon et al., 2015). Dessverre er det ingen spesifikke anatomiske punkt som nøyaktig gjengir  $T_{kjerne}$  (Caroline et al., 2014, s. 761; Lee et al., 2010). Hva som faktisk er *kjernetemperatur*  $T_{kjerne}$  og hvor den bør måles er derfor ulikt beskrevet i litteraturen. Uleberg et al. (2015) hevder at temperaturen i hjernen er mest nøyaktig, mens Paal et al. (2016) mener pulmonalarterien er bedre egnet ettersom både venøst og arterielt blod fra store deler av kroppen strømmer forbi hjertet. Måling ved begge stedene refereres til som gullstandard, men pulmonalarteriemåling er den mest praktisk gjennomførbare metoden (Haugan et al., 2013; Paal et al., 2016; Uleberg et al., 2015).

Andre anerkjente måter å måle temperatur på er via en probe i øsofagus ( $T_{\text{øso}}$ ) eller i urinblæren ( $T_{\text{blære}}$ ), men disse kan forårsake skader på pasienten (Shin, Kim, Song & Kwak, 2013). De regnes likevel begge som svært nøyaktige (Camboni et al., 2008). Prosedyrer som medfører at noe føres inn i pasienten, eller som krever et medisinsk inngrep refereres ofte til som invasive (Kåss, 2018). Av praktiske, hygieniske og sikkerhetsmessige årsaker brukes derfor non-invasive temperaturmålemetoder der det lar seg gjøre. Rektal termometri og måling av øretemperatur er eksempler på non-invasive metoder. En felles oppfattelse blant flere forskere er at begrepet *kjernetemperatur* skal reflektere temperaturen i hodet og blodrike organ i abdomen og thorax, og brukes i dag som indikator på pasientens termiske status (Kober et al., 2001; Nasjonal kompetansetjeneste for traumatologi, 2017).

Mennesket har normalt en  $T_{kjerne}$  på  $37.0 \pm 0,5^\circ \text{C}$  (Corneli, Danzl & Wiley, 2018; Zafren & Mechem, 2018). Temperaturforskjeller innad i kroppen utlignes i hovedsak av blodet, og reguleres kontinuerlig av autonome prosesser i kroppen slik at  $T_{kjerne}$  holdes stabil. Ved hypertermi vil perifere blodkar i ekstremitetene dilatere og tillate en større blodgjennomtrengning slik at varme overføres til miljøet rundt. Tilsvarende vil en adrenerg respons på kulde føre til at blodkarene konstrigerer, og mindre blod vil strømme gjennom. Dette reduserer andelen varme som overføres fra blodet til huden, og derfra til omgivelsene. I tillegg kan skjelettmuskulatur kompensere for varmetap ved skjelving (Zafren & Mechem, 2018). Skjelving er en meget effektiv måte å øke varmeproduksjonen, men også en svært energikrevende prosess. Fysiologiske konsekvenser av skjelving og kulde omtales senere i teorikapittelet.

Kroppens evne til å regulere temperaturen autonomt er imidlertid begrenset. Begrepet *termonøytral sone* beskriver tilstanden der kroppens varmetap i hvile er lik kroppens varmeproduksjon. Et nakent menneske vil være termonøytral om lufttemperaturen er rundt  $28^\circ\text{C}$  (National Association of Emergency Medical Technicians, 2014). Utsettes pasienten for lavere temperaturer enn dette vil kroppstemperaturen synke, og også individets adferd vil bli påvirket. Kalde personer beveger seg instinktivt mer og kler på seg ekstra klær, mens varme personer kler av seg og trekker mot skyggen (Zafren & Mechem, 2018). Dette forklarer hvorfor pasienter utsatt for temperaturer under  $28^\circ\text{C}$  risikerer å bli hypotermie (Dommerud, 2011; National Association of Emergency Medical Technicians, 2014, s. 571). Overstiger nedkjølingen både kroppens varmeproduksjon, fysiologiske korrigerende prosesser og atferdsmessige tiltak vil pasienten bli kald. Nøyaktig ved hvilken grense de ulike patofysiologiske endringene inntreffer er individuelt, og ambulansepersonell må derfor vurdere hver enkelt pasient separat (Deslarzes et al., 2016).

#### **2.4 Patofysiologi ved nedkjøling**

Personer som er utendørs, skadd, våt eller alkoholpåvirket har stor risiko for å utvikle hypotermi (Lapostolle et al., 2017). Allerede under  $37,0^\circ\text{C}$  vil pasienter føle seg kald og vil begynne å skjelve. Skjelving øker oksygenforbruket med 400-500%, noe som fører til at respirasjonsfrekvensen, puls og blodtrykk stiger for å møte oksygenetterspørselen. Hjertets minuttvolum øker 4-5 ganger sammenlignet med i hvile (Kornfält & Johansson, 2010). Ved som en konsekvens av økt blodtrykk vil nyrenes filtrasjonsrate øke, og mer væske filtreres og skilles ut. Dette kalles kuldediurese og kan føre til dehydrering og hypovolemi (Zafren &

Mechem, 2018). En skjelvende pasient vil også bruke store mengder energi, noe som kan føre til hypoglykemi (Zafren & Mechem, 2018). 35°C begynner kroppens nevrologiske funksjon å reduseres. Pasienten kan få endret mental status og bli sløv.

Blødning er etter hodeskader den største årsaken til dødsfall ved traume (Vardon et al., 2016). Hypotermi hemmer blodets plateaggregering og omdanningen av fibrinogen til fibrin, noe som gjør at pasienten vil blø lettere (Alex et al., 2013a; Vardon et al., 2016). Senkes  $T_{kjerne}$  1,6°C vil en pasient blø 30% mer enn normotermie pasienter (Vardon et al., 2016). Allerede ved 36,0°C vises økt mortalitet for hypotermie pasienter kontra normotermie pasienter (Balvers, Binnekade, Boer, Goslings & Juffermans, 2015). Det er derfor vanlig å definere traumepasienter som hypotermie ved temperatur  $< 36^{\circ}\text{C}$  (National Association of Emergency Medical Technicians, 2014; Weuster et al., 2016).

Lav  $T_{kjerne}$  hemmer frigjøring av leukocytter, fagocytose og syntetisering av cytokiner som alle gjør pasienten mer utsatt for infeksjoner. (Alex et al., 2013a; Alex, Lundgren, Henriksson & Saveman, 2013b; Vardon et al., 2016). Metabolismen av medikamenter forstyrres, noe som kan gjøre at pasienten blir under- eller overdosert (Alex et al., 2013a).

Alle de nevnte komplikasjonene begrunner hvorfor hypotermi er farlig og bør forebygges ved tidlig diagnostikk og intervensjon prehospitalt.

### 3.0 METODE

Metode er den systematiske fremgangsmåten du benytter for å samle inn informasjon og kunnskap for å belyse en problemstilling, og skal nøyaktig beskrive hvordan studien er gjennomført (Thidemann, 2017, s. 76, 105). Hensikten er at andre skal kunne etterprøve studien, for så å komme til samme konklusjon (Dalland, 2017, s. 54).

Vi vil først beskrive valg av metode og søksmetodikk, deretter presenterer vi artiklene fra litteratursøket i en litteraturmatrikse. Dersom det er metodiske svakheter i artiklene fra litteratursøket, vil vi redegjøre for de i seksjon *3.7.1 Metodiske svakheter og styrker med hovedartiklene*.

#### 3.1 Valg av metode

En litteraturstudie er en vurdering og oppsummering av relevant forskning og eksisterende kunnskap innenfor et bestemt forskningsområde (Thidemann, 2017, s. 81). Ved en litteraturstudie er alle data allerede samlet inn av andre, og studiet systematiserer kunnskap fra skriftlige kilder (Thidemann, 2017, s. 81). Hensikten er å gi leseren oppdatert kunnskap på det området problemstillingen etterspør, samt hvordan en har kommet frem til kunnskapen (Thidemann, 2017, s. 80).

Reliabilitet (pålitelighet) er et kriterium for kvalitet i forskning, og handler om i hvilken grad resultatene som blir presentert er troverdige (Dalland, 2017, s. 55). Et resultat er reliabelt hvis nye lignende forsøk gir samme resultat (Svartdal, 2018). Ved å redegjøre for hvordan datamaterialet er samlet inn og hvilke feilkilder som kan påvirke resultatet, får andre mulighet til å vurdere vår reliabilitet (Dalland, 2017, s. 55). Leseren kan slik selv vurdere om han/hun stoler på resultatene våre, om det er svakheter i studien eller metoden vi ikke har påpekt og om resultatene fra studien er overførbar til klinisk praksis. Likevel fanger ikke alltid metoden opp det som skal undersøkes. Det er da viktig å redegjøre for svakheter ved metoden som kan påvirke resultatet (Dalland, 2017, s. 51, 54). Svakheter rundt både metoden og resultatene vil vi redegjøre for i underkapittel *5.4 Metodiske styrker og svakheter ved studien*.

#### 3.2 Valg av studiedesign og databaser

Nortvedt, Jamtvedt, Nordheim og Reinart (2016, s. 53) deler en problemstilling opp i ulike kjernesporsmål for å finne det studiedesignet som best svarer på oppgaven. Flere metodiske

tilnærminger kan imidlertid være nødvendige for å svare på problemstillingen (Thidemann, 2017, s. 79). Oppveining av en metodes svakheter med en annen metodes styrker kaller Thidemann metodetriangulering (2017, s. 79). Gir en kombinasjon av ulike metoder samme resultat er dette et sterkt argument for at studiens resultat er gyldige.

Ved å bruke Nortvedt et al. (2016, s. 53) sine kjernes spørsmål kan problemstillingen «*Hvordan bør ambulanspersonell måle temperatur ved mistanke om hypotermi?*» deles opp i et diagnostisk kjernes spørsmål (*hvordan kan vi avgjøre om pasienter er hypoterm?*) og et spørsmål som vurderer effekten av et gitt tiltak (*hva kan vi gjøre for å få et mer pålitelig resultat?*). Tverrsnittstudier, kohortstudier og randomiserte kontrollerte studier er i følge Nortvedt gode studiedesign for å svare på vår problemstilling.

Relevante databaser for disse studiedesignene er Medline via Ovid/Helsebiblioteket, SweMed+ og CINAHL. Medline er den mest brukte databasen for helsepersonell, og har en stor andel forskningslitteratur (Thidemann, 2017, s. 85). Den er derfor et naturlig sted å gjøre et litteratursøk. SweMed+ er en skandinavisk database med fag og forskningslitteratur fra nordiske helsefaglige tidsskrift og derfor meget relevant for problemstillingen vår som tar for seg temperaturmåling under nordiske forhold (Nortvedt et al., 2016). CINAHL (Cumulative Index of Nursing and Allied Health) inneholder mye sykepleierelatert forskning og er derfor også inkludert i søket.

### **3.3 Litteratursøk**

#### *3.3.1 Systematiske søk*

For å lettere finne relevant forskning er det nødvendig å avgrense og strukturere informasjonsmengden som er tilgjengelig (Dalland, 2017, s. 156). Det er derfor viktig å søke systematisk for finne relevant litteratur. I et systematisk litteratursøk er informasjonshenting planlagt og begrunnet, og søket dokumenteres slik at det er etterprøvbart (Kirkehei & Ormstad, 2013).

#### *3.3.2 PICO-skjema og MeSH-termer*

For å lettere finne frem til relevant forskning i de ulike databasene, brukes emneknaggene Medical Subject Headings (MeSH-termer) i Medline og SweMed+. CINAHL har tilsvarende emneknagger, kalt CINAHL Headings (Thidemann, 2017, s. 87). Vi brukte Swemed+ og Helsebibliotekets søkemotor «Mesh på norsk» for å finne MeSH-termer (Knutssön & Moberg, 2016; Aasen, 2018).



Et velbrukt hjelpemiddel for å strukturere søk ved helsefaglige studier er PICO-skjemaet, bestående av de fire komponentene *patient/problem*, *intervention*, *comparison* og *outcome*, som sammen bryter ned en problemstilling til mindre, søkbare enheter (Nortvedt et al., 2016, s. 33). PICO-skjemaet kan utvides eller forkortes etter behov. Vi velger å utvide til PICOS, der *S* står for *studiedesign* (Nortvedt et al., 2016, s. 38).

- *Patient/problem* beskriver hvilken pasientgruppe problemstillingen etterspør. Dette inkluderer hvilken rolle forskerne har, samt rammen rundt studien.
- *Intervention* beskriver de tiltakene pasienten blir utsatt for som ønsker vi å vurdere.
- *Comparison* beskriver hva tiltaket vi ser på skal sammenlignes med.
- *Outcome* beskriver hva ønsker vi å oppnå med tiltaket.
- *Studiedesign* beskriver relevante studiedesign for å svare på problemstillingen.

I vårt litteratursøk vil utfallet (*outcome*) være temperaturdifferansen mellom ulike måter å måle temperatur på, noe som er underforstått ved kombinasjon av de andre søkeordene. Vi har derfor utelatt komponenten *outcome* i vårt søk. Tabell 1 viser en oversikt over MeSH-termene vi har brukt, samt hvordan disse er strukturert inn i et PICO(S)-skjema.

### 3.3.3 Inklusjon- og eksklusjonskriterier

Vi har valgt å kun inkludere tverrsnittstudier, randomiserte kontrollerte studier og kohortstudier. Vår oppgave er en litteraturstudie som vurderer enkeltstudier, og alle former for systematiske oversiktsartikler vil derfor være ekskludert fra litteratursøket. Vi ønsker også kun artikler skrevet på skandinaviske språk og engelsk. Ettersom det er rask utvikling innenfor medisinsk teknologi, vil artikler fort bli utdatert eller ikke lengre være representative for intervensjonene i studien. Mange i medisinsk forskning begrenser derfor sine søk til de ti siste år. I utvelgelsen av hovedartikler ønsker vi derfor kun artikler fra 2008-2018. Gjennom å bruke *adult* som søkeord ekskluderer vi automatisk barn- og dyrestudier fra litteratursøket, slik at vi ikke trenger å legge inn dette som begrensning i søket.

## 3.3.4 Søkeordstabell

PICO	Søkeord		Antall treff	Ved kombinerings
Patient/problem	Adult/		4 583 930	4 583 930
	<i>AND</i>			
	Emergencies/	<i>OR</i>	316 795	81544
	Allied health personnel/			
	Emergency medical services/			
	Paramedic.mp			
	Emergency medical technician/			
	Prehospital.mp			
	Out-of-hospital.mp			
	Ambulances/ OR air ambulances/			
<i>AND</i>				
Intervention	Hypothermia/	<i>OR</i>	101 368	125
	Cold temperature/			
	Body temperature/			
	<i>AND</i>			
Comparison	Tympanic membrane/	<i>OR</i>	756 819	33
	Epitympanic.mp			
	Rectal.mp			
	Rectum/			
	Thermometers/			
	Measurement.mp			
Environment/				
Studiedesign	Tverrsnittsstudie, kohortsstudie, randomisert kontrollert studie			
SØKS-BEGRENSNINGER	Alder	2008-2018	16	
	Språk	engelsk, norsk, dansk, svensk		

Tabell 1: PICO-skjema. MeSH-termer er merket med skråstrek. Frisøksord er merket med «.mp» Siste oppdaterte søk gjennomført 20.05.18

Litteratursøkene viste at vi måtte endre kombinasjonen av søkeord for å få relevante treff i CINAHL og Swemed+. Utelatelse av *Intervention*-ordene gav langt flere treff i disse databasene, men inkluderte også studier som ikke er interessante for problemstillingen. Vi

vurderte da artiklene fra søket manuelt etter relevans i overskrift eller sammendrag. En grafisk fremstilling av søkeprosessen er gjengitt i vedlegg 1.

### 3.3.5 Usystematiske søk

Vi har også gjennomført manuelle og usystematiske søk i referanselistene fra hovedartiklene. Systematiske søk viste at mesteparten av prehospital hypotermiforskning er publisert i «Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine», og det var derfor naturlig å søke direkte i dette tidsskriftet på ordene *hypothermia* og *measurement*. Manuelt søk i litteraturlister og direktesøk i tidsskrift gav 24 relevante artikler, der fire var såpass interessante at de ble inkludert i oppgaven. Årsaker til at de fire artiklene ikke ble oppdaget i det systematiske søket kan være at søket vårt var for spesifikt, manglende bruk av MeSH-termer fra forfatterens side eller at alder/andre avgrensinger i søket ekskluderte artiklene.

## 3.5 Etiske vurderinger i søkeprosessen

Det må sikres at deltakere ikke påføres fysisk eller mental skade eller unødig belastning av å delta i studien, samt at forskningsresultatene brukes slik de er tiltenkt. Dette inkluderer at pasienten skal føle seg ivaretatt, forstått og respektert. Vurderingene som nyttes for å sikre velferd, integritet og personvern til deltakere kalles forskningsetikk (Dalland, 2017, s. 236). For å få kunnskapen vi trenger fra pasienter og forskningsdeltakere i fremtidige studier, er vi i tillegg avhengige av tillit til at deltakere/pasienter blir skikkelig ivaretatt gjennom hele forskningsprosessen (Dalland, 2017, s. 231). Grundige etiske overveielser i studieplanleggingen, informasjonsinnhenting og ryddig bruk av personopplysninger er en forutsetning for å få denne tilliten.

Verdens legeförening (World Medical Association) utarbeidet i Helsinki-deklarasjonen etiske standarder for medisinsk forskning. Deklarasjonen sier at medisinsk forskning kun kan utføres på mennesker dersom formålet med forskningen veier tyngre enn risikoen for belastning hos deltakerne (World Medical Association, 2013). Å aktivt kjøle ned frivillige deltakere for å vurdere effekt av hypotermi er både potensielt skadelig og etisk uforsvarlig. Det er derfor begrenset med forskning på hypotermie frivillige deltakere (Hermann & Weingart, 2003). Dette gjør at vi kun får vurdert temperaturmåling på normotermie deltakere eller ekte pasienter.

For å sikre at artiklene som brukes i oppgaven overholder etiske standarder innen medisinsk forskning har vi kun benyttet artikler godkjent av regionale etiske komitéer (REK).

Anerkjente tidsskrift har også egne råd som vurderer etikk og kvalitet på artiklene som publiseres. Dette er med på å sikre at studien er gjennomført på en etisk forsvarlig måte, og forsterker den etiske kvaliteten på oppgaven vår. En av hovedartiklene fra litteratursøket hadde ikke redegjort godt nok for etiske godkjenninger i forkant av studiet, og ble derfor ekskludert fra oppgaven.

### 3.6 Litteratormatrise

Litteratormatrisen skal i følge Thidemann (2017, s. 89-90) gi en oversikt over artiklene som blir referert til i resultatkapitlet slik at de lettere kan sammenlignes.

Artikkel	Forfatter	Metode og design	Hovedfunn	Kvalitet	Etikk
1	(Uleberg et al., 2015)	Prospektiv kohortstudie	Infrarød temperatur ( $T_{ir}$ ) og $T_{epi}$ er pålitelig sammenlignet med invasive metoder	GOD (Noe lav populasjon, men meget troverdige forhold.)	Godkjent REK Norge og pårørende
2	(Skaiaa et al., 2015)	Kohortstudie /Randomisert studie	$T_{epi}$ er pålitelig etter 10 min. ved kald temp ute	GOD (meget troverdige forhold, men lav populasjon)	Godkjent REK Norge
3	(Strapazzo n et al., 2015)	Randomisert klinisk studie	$T_{epi}$ påvirkes av romtemperatur de første ti min. Forskjell reduseres ved isolering av øret	GOD	Godkjent etisk komité i Italia
4	(Teunissen et al., 2011)	Klinisk studie	Vind påvirker $T_{epi}$ . Isolering reduserer differansen til $T_{kjerne}$	MIDDELS (lav populasjon mange intervensjoner)	Godkjent etisk komité Nederland
5	(Haugan et al., 2013)	Klinisk studie	$T_{ir}$ er pålitelig inhospitalt	GOD	Godkjent REK Norge

6	(Shin et al., 2013)	Kohort studie	Trek mer nøyaktig enn Tepi ved terapeutisk hypotermi	GOD	Godkjent av Boramae Institutional Review Board (Seoul, Sør-Korea)
7	(Miller et al., 2017)	Tverrsnittsstudie	Trek bør måles på 15 cm dybde. Trek 0.65°C høyere enn T <sub>eso</sub> . Trek er for dårlig til å fange opp temperaturendringer	GOD	Godkjent Central Michigan University institutional review board
8	(Hasper, Nee, Schefold, Krueger & Storm, 2011)	Kohortstudie	T <sub>ir</sub> er 0,021°C lavere enn T <sub>eso</sub> ved hypotermie pasienter inhospitalt	GOD	Godkjent REK Tyskland

Tabell 2: Litteratormatrise, inspirert av Thidemann (2017, side 90).

### 3.7 Kildekritikk og kvalitetssikring

Alle kilder må ifølge Dalland (2017, s. 152) gjennomgå en prosess for vurdering av kvalitet og relevans for oppgaven. Vi har derfor kvalitetssikret hovedartiklene ved hjelp av Folkehelseinstituttets sjekklister for forskningsartikler (Nylenna, 2016). Alle artikler publisert i anerkjente tidsskrift er fagfellevurdert (peer-review) og kvalitetssikret av fagspesialister i tidsskriftene før publisering (Thidemann, 2017, s. 68). Ved å kun bruke nyere artikler fra anerkjente tidsskrift samt å utføre en egen vurdering av kvaliteten anser vi derfor artiklene for kvalitetssikret i denne oppgaven.

Mange av funnene i artiklene kan bli definert som statistisk signifikant av forfatterne. Dette betyr ikke at resultatene automatisk er direkte overførbare til klinisk praksis. Litteraturstudier skal ikke vurdere om et resultat er statistisk eller klinisk signifikant, og vi støtter oss derfor på forfatterens vurdering av dette. Dersom forfatterne av artiklene mener et funn er klinisk

relevant, vil vi derfor konkludere med det samme. Ved å skille mellom statistisk og klinisk relevans kan vi kvalitetssikre at funnene vi drøfter faktisk er klinisk overførbare til praksis.

### *3.7.1 Metodiske svakheter og styrker med hovedartiklene*

Vi redegjør her for svakheter eller styrker med hovedartiklene som bør bli belyst før resultatene presenteres. Studier uten spesielt store styrker eller svakheter vil ikke bli beskrevet i denne seksjonen. Dersom studiene avviker fra Folkehelseinstituttets sjekklister (Nylenna, 2016) vil dette bli redegjort for her.

Haugan et al. (2011) har sammenlignet infrarød tympanisk temperatur ( $T_{ir}$ ) og pulmonalarterietemperatur ( $T_{pa}$ ) hos pasienter innlagt på sykehus. Vi bruker derfor denne studien til å vurdere infrarød termometris nøyaktighet uten påvirkning fra vind og kulde. Studien sammenligner også rektal temperatur, noe som er meget interessant for problemstillingen vår. Studien gjør imidlertid dårlig rede for hvordan rektalmålingen er gjennomført, samt at måleprobe ikke har blitt brukt. Vi har derfor utelatt alle Haugans resultater knyttet til rektaltermometri i oppgaven vår.

Uleberg et al. (2015) har sammenlignet epitympaniske termometre og invasive målemetoder hos alvorlig skadde pasienter i Trøndelag. En stor styrke med studien er at alle målingene er gjort av forfatterne selv på skadestedet, under helikoptertransport og på sykehus. Få personer som utfører målingene gjør risikoen for at resultatene påvirkes av brukerfeil mindre. I tillegg er resultatene direkte overførbare til klinisk ambulanspraksis. Uleberg har imidlertid få målinger som sammenligner  $T_{rek}$  og  $T_{\text{øso}}$ , og disse resultatene er derfor ekskludert fra oppgaven vår. Det er heller ikke nok målinger på  $T_{\text{øso}}$  i Ulebergs studie til at vi kan bruke  $T_{\text{øso}}$  som referanseverdi som  $T_{kjerne}$ . Derfor brukes  $T_{blære}$  som mål for  $T_{kjerne}$  i denne studien, som blir sammenlignet med  $T_{epi}$  og  $T_{ir}$ .

Teunissen et al. (2011) har sammenlignet  $T_{rek}$ ,  $T_{\text{øso}}$  og  $T_{epi}$  i hvile og i aktivitet hos sju deltakere under påvirkning av romtemperatur og vind. Mange intervensjoner på kort tid med få deltakere kan gjøre det vanskelig å vurdere hvilket tiltak som gav hvilken effekt. Det er heller ikke oppgitt hvor sterk vind (m/s) studiedeltakerne er utsatt for, noe som gjør resultatene fra vindpåvirkning vanskelig å plassere inn i en større sammenheng. Forsøkene er imidlertid gjennomført under kontrollerte forhold, samt at alle deltakere er gjort godt rede for. Vi anser derfor studien som pålitelig.

Miller et al. (2017) sin studie er utført på unge mennesker som ikke er påvirket av sykdom, og som er i stand til å sykle på ergometersykkel. Populasjonen i dette studiet er derfor begrenset. Pasientene blir også nedkjølt fra hypertermi, til normotermi. Resultatene samsvarer imidlertid med andre studier på hypoterme pasienter, og ansees derfor som relevante.

## 4.0 RESULTAT

I resultatkapittelet vil vi gjengi funn i hovedartiklene fra litteratursøket. Først presenterer vi resultater knyttet til nøyaktighet rundt målemetodene, deretter vil vi se på funn knyttet til miljøets påvirkning på måleresultatet. Alle resultatene oppgis som gjennomsnittsverdier dersom ikke annet er beskrevet.

### 4.1 Nøyaktighet

#### 4.1.1 Epitympanisk nøyaktighet

Flere studier viser at  $T_{epi}$  trenger omtrent 10 minutter for å stabilisere måleresultatet (Skaiaa et al., 2015; Strapazzon et al., 2015). Vi har i resultatkapittelet derfor kun vurdert data ti minutter etter målingene startet.

I studien til Uleberg et al. (2015, s. 6) ble det påvist en differanse mellom  $T_{blære}$  og  $T_{epi}$  på  $0,42^{\circ}\text{C}$  under stabile miljøforhold. Denne differansen var tilnærmet uendret både ved  $T_{kjerne}$  på  $30,0^{\circ}\text{C}$  og  $38,3^{\circ}\text{C}$ .

Strapazzon et al. (2015) viste i sin studie at  $T_{epi}$  er  $2,6^{\circ}\text{C}$  lavere enn  $T_{\text{øso}}$  under stabile forhold i romtemperatur når øregangen ikke er isolert. ( $T_{\text{øso}}$ :  $36,8^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{epi}$ :  $34,2^{\circ}\text{C}$ ). Mangelen på isolasjon tillater at luft utveksles mellom øregangen og atmosfæren. Ble øret isolert med hørselvern var  $T_{epi}$  kun  $1,5^{\circ}\text{C}$  lavere enn  $T_{\text{øso}}$ . Tilsvarende data i kalde omgivelser ( $-18,7^{\circ}\text{C}$ ) viste en differanse på  $8,3^{\circ}\text{C}$  for uisolert øre, og  $1,3^{\circ}\text{C}$  for isolert øre. Dette anser forfatteren som klinisk og statistisk signifikant.

I Skaiaas studie (2015, s. 4) er median  $T_{epi}$   $0,9^{\circ}\text{C}$  lavere enn  $T_{rek}$  under stabile miljøforhold ( $T_{rek}$ :  $37,4^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{epi}$ :  $36,5^{\circ}\text{C}$ ). Dette anser forfatteren som klinisk signifikant.

Shin et al. (2013, s. 811) har i sin studie vist at  $T_{epi}$  var  $1,03^{\circ}\text{C}$  lavere enn pulmonalarterietemperatur ( $T_{pa}$ ) hos hypoterme pasienter i akuttmottak ( $T_{pa}$ :  $35,3^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{epi}$ :  $\approx 34,3^{\circ}\text{C}$ ). Dette anser Shin som statistisk og klinisk relevant.

#### 4.1.2 Infrarød nøyaktighet

Haugan et al. (2013) fant en differanse mellom infrarød termometri ( $T_{ir}$ ) og  $T_{pa}$  på  $0,03^{\circ}\text{C}$  på 245 intensivpasienter ( $T_{pa}$ :  $37,5^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{ir}$ :  $\approx 37,5^{\circ}\text{C}$ ). Differansen er ifølge forfatteren for liten til å være signifikant. Haugan et al. (2013) har også vurdert hvordan infrarød måling bør



gjennomføres for å få et mest mulig korrekt resultat. Studien har målt temperatur på begge ører, og ingen signifikant forskjell ble oppdaget (venstre øre  $0,01^{\circ}\text{C}$  kaldere enn høyre øre). Målingen bør imidlertid utføres to ganger for å sikre korrekt måling og utelukke brukerfeil. (Haugan et al. 2011).

Hasper et al. (2011, s. 484) sin studie viste at  $T_{\text{ir}}$  er  $0,02^{\circ}\text{C}$  lavere enn  $T_{\text{øso}}$  ved stabile miljøforhold. Målingene ble utført mens pasienten hadde en  $T_{\text{kjerne}}$  mellom  $33^{\circ}\text{C}$  og  $37^{\circ}\text{C}$  under terapeutisk hypotermi. Forfatterne mener infrarød øretemperaturmåling kan være interessant for bruk i prehospital terapeutisk hypotermibehandling, men påpeker behovet for mer forskning på området. Hasper et al. (2011, s. 485) påpeker også at selv om  $T_{\text{ir}}$  er svært nøyaktig sammenlignet med  $T_{\text{øso}}$ , er studien gjennomført inhospitalt, så prehospitalt forhold kan derfor påvirke resultatet.

Uleberg et al. (2015) er en av få som har sammenlignet  $T_{\text{ir}}$  og  $T_{\text{epi}}$  utenfor sykehus. Ulebergs studie viser at  $T_{\text{epi}}$  er  $0,45^{\circ}\text{C}$  lavere enn  $T_{\text{ir}}$ , og  $0,42^{\circ}\text{C}$  lavere enn  $T_{\text{blære}}$ . Dette viser også at  $T_{\text{ir}}$  er  $0,03^{\circ}\text{C}$  høyere enn  $T_{\text{blære}}$ .

#### 4.1.3 Rektale termometre

Shin et al. sin studie (2012, s. 812) viste at  $T_{\text{rek}}$  hos pasienter med terapeutisk hypotermi ble målt til å være  $0,3^{\circ}\text{C}$  høyere enn  $T_{\text{pa}}$  ( $T_{\text{pa}}$ :  $35,4^{\circ}\text{C}$   $T_{\text{rek}}$ :  $35,7^{\circ}\text{C}$ ). Temperaturdifferansen under nedkjøling økte til  $0,52^{\circ}\text{C}$ . Alle målingene er utført på sykehus, og forfatterne anser funnene som både statistisk og klinisk signifikante. Forfatterne påpeker også viktigheten av å ha andre temperaturmålemetoder enn kun  $T_{\text{rek}}$ , ettersom metoden medfører betydelig forsinkelse på temperaturendringer.

Miller et al. (2017, s. 335) sin studie viste at  $T_{\text{rek}}$  er  $0,36^{\circ}\text{C}$  høyere enn  $T_{\text{øso}}$  ved normotermi. Under nedkjøling var temperaturforskjellen mellom  $T_{\text{rek}}$  og  $T_{\text{øso}}$  på  $1,55^{\circ}\text{C}$ . Disse resultatene var målt 15 cm fra endetarmen. Studien omfattet også temperaturer målt ved henholdsvis 10 og 5 cm fra endetarmen. De viste gjennomsnittlig temperaturforskjell fra  $T_{\text{øso}}$  på  $0,75^{\circ}\text{C}$  (10 cm) og  $0,85^{\circ}\text{C}$  (5 cm).

## 4.2 Påvirkning fra miljøet

Fire studier har vurdert hvordan temperaturmålinger påvirkes av miljøet rundt pasienten. Vi vil først se på hvordan kulde/romtemperatur påvirker tympaniske målinger. Deretter vil vi se på hvordan tympanisk måling påvirkes av vind.

#### 4.2.1 Kald luft

Kald romtemperatur ( $1,6^{\circ}\text{C}$ ) førte ifølge Skaiaa et al. (2015, s. 4-5) til at median  $T_{\text{epi}}$  sank med  $1,3^{\circ}\text{C}$  sammenlignet med  $T_{\text{rek}}$  etter 10 minutter med påvirkning.  $T_{\text{rek}}$  ble målt med en 15 cm lang probe. Forsøk ved å isolere hodet ytterligere med en ullue førte ikke til noen signifikant endring av  $T_{\text{epi}}$  ( $1,23^{\circ}\text{C}$ ). Pasienten var også skjermet for vind og andre faktorer som kan ha innvirket på resultatet av kuldeeksponeringen.

Strapazzon et al. (2015) viser at meget kalde omgivelsestemperaturer ( $-18,7^{\circ}\text{C}$ ) senker  $T_{\text{epi}}$  med  $8,2^{\circ}\text{C}$  etter 10 minutter sammenlignet med  $T_{\text{øso}}$  ( $T_{\text{øso}}$ :  $36,8^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\text{epi}}$ :  $28,5^{\circ}\text{C}$ ). Hodet ble etterpå isolert med hørselvern, noe som reduserte differansen mellom  $T_{\text{øso}}$  og  $T_{\text{epi}}$  fra  $8,2^{\circ}\text{C}$  til  $1,3^{\circ}\text{C}$ . ( $T_{\text{epi}}$ :  $28,5^{\circ}\text{C}$  uten isolering,  $T_{\text{epi}}$   $35,2^{\circ}\text{C}$  med isolering etter 10 minutter eksponering).  $T_{\text{øso}}$  endret seg i følge forfatteren ikke signifikant under kalde omgivelser. Strapazzon konkluderer med at både øyeblikksmåling og kontinuerlig epitympanisk måling de første 10 minutter det måles ikke gir nøyaktig resultat uten isolering, og at isolering av øret ved lav romtemperatur er nødvendig for å få et pålitelig resultat.

Teunissen et al. sin studie (2011) viser at  $T_{\text{epi}}$  er  $0,83^{\circ}\text{C}$  lavere enn  $T_{\text{øso}}$  ved påvirkning fra kald luft ( $10^{\circ}\text{C}$ ).  $T_{\text{rek}}$  og  $T_{\text{øso}}$  samsvarte i stor grad både under kalde omgivelser og i aktivitet. Teunissen tallfester imidlertid ikke differansen mellom  $T_{\text{rek}}$  og  $T_{\text{øso}}$ , og vi kan derfor ikke sette disse resultatene i en større sammenheng.  $T_{\text{rek}}$  viste temperaturendringer tydelig forsinket sammenlignet med  $T_{\text{øso}}$  og  $T_{\text{epi}}$ . Studien viser videre en tydelig differanse mellom  $T_{\text{epi}}$  og  $T_{\text{øso}}$  i kalde omgivelser. Ved normal romtemperatur reduseres differansen i løpet av ti minutter til et nivå der forfatteren mener forskjellen ikke er statistisk signifikant.

#### 4.2.2 Vind

Skaiaa et al. (2015) utførte studiet i friluft, og målte påvirkning fra vind i naturen. Målinger ble gjort både med og uten ullue og hette for å kunne avgjøre hvilken påvirkning vind hadde på  $T_{\text{epi}}$ . Skaiaa fant ut at median  $T_{\text{epi}}$  sank med  $0,1^{\circ}\text{C}$  ved vindpåvirkning ( $T_{\text{rek}} - T_{\text{epi}} = 1,3^{\circ}\text{C}$  med vind,  $1,2^{\circ}\text{C}$  uten vind. Dette anser forfatteren ikke som en signifikant forskjell).  $T_{\text{rek}}$  var tilnærmet uendret gjennom alle målingene, slik at eventuelle temperaturendringer ville gitt utslag i epitympaniske målinger.

I Teunissen et al. (2011) sin studie førte vindpåvirkning til en økning av differansen mellom  $T_{\text{øso}}$  og  $T_{\text{epi}}$  på  $1,13^{\circ}\text{C}$  ( $T_{\text{øso}} - T_{\text{epi}} = 1,43^{\circ}\text{C}$  uten vind,  $2,56^{\circ}\text{C}$  med vind). Dersom øret ble isolert med vind- og dampsperrende materiale var differansen mellom  $T_{\text{øso}}$  og  $T_{\text{epi}}$   $0,95^{\circ}\text{C}$

( $T_{\text{øso}} - T_{\text{epi}} = 0,83^{\circ}\text{C}$  uten vind,  $1,78^{\circ}\text{C}$  med vind). Teunissen konkluderer med at øretermometre må isoleres godt for å kunne gi pålitelig resultat. Dette er spesielt viktig i kalde omgivelser.

## 5.0 DISKUSJON

Diskusjonskapittelet skal belyse hvordan resultatene svarer på problemstillingen (Thidemann 2017, s. 108). Vi vil først se på termometerenes nøyaktighet og hvordan kulde og vind påvirker temperaturmålinger. Vi tar også kort opp fuktproblematikk for målingene som nevnt i oppgavebegrensingen. Deretter redegjør vi for styrker og svakheter i studien vår og drøfter etiske aspekter ved temperaturmåling. I oppgavens avslutning oppsummerer vi temaene vi har sett på og vurderer overførbarheten av oppgaven vår til klinisk praksis.

### 5.1 Termometrenes nøyaktighet

#### 5.1.1 Epitympanisk temperaturmåling

Studiene til Strapazzon et al. (2015), Teunissen et al. (2011) og Shin et al. (2013) viser at differansen mellom  $T_{\text{kjerne}}$  og  $T_{\text{epi}}$  er mellom  $0,9^{\circ}\text{C}$  –  $1,5^{\circ}\text{C}$  ved stabile miljøforhold. Dette er større enn vår opprinnelige grense for unøyaktighet på  $0,5^{\circ}\text{C}$ . Uleberg et al. (2015, s. 6) studie viste størst nøyaktighet for  $T_{\text{epi}}$  med en forskjell  $T_{\text{blære}}$  på  $0,42^{\circ}\text{C}$ .

Uleberg et al. (2015, s. 7) mener likevel at epitympanisk måling kan være egnet til termometri av traumepasienter, fordi differansen mellom målemetodene er den samme under hele pasientforløpet fra skadested til sykehus, uavhengig om pasienten er hypoterm eller ikke. Epitympanisk måling kan derfor brukes, forutsatt at ambulanspersonell er klar over at temperaturen som vises kan være lavere enn pasientens reelle  $T_{\text{kjerne}}$ .

Noe av temperaturdifferansen kan skyldes reelle temperaturendringer i referanseverdien ( $T_{\text{kjerne}}$ ). Som beskrevet i seksjon 2.3.1 *Kjernetemperatur*, er det ingen nøyaktige anatomiske punkt der  $T_{\text{kjerne}}$  måles. I Teunissen et al. (2011) sin studie er  $T_{\text{øso}}$  brukt som referanseverdi.  $T_{\text{øso}}$  beskrives ofte som et svært pålitelig mål på kjernetemperatur i hvile (Miller et al., 2017), men i aktivitet inhaleres store mengder kald luft som kan gi kaldere målinger enn hva som er reelt. (Teunissen et al., 2011). Også avkjølt spytt som svelges kan påvirke temperaturene lokalt i øsofagus (Daanen, 2006). Kanskje må derfor det ved øsofagustermometri aksepteres større unøyaktighet dersom pasienten er i aktivitet eller puster fort, enn ved hvile.

#### 5.1.2 Infrarød temperaturmåling

Det er viktig å påpeke at mange prehospitalt pasientinteraksjoner skjer i hjemmet hos pasienten, og miljøpåvirkningene her kan samsvare mer med inhospitalt målinger enn

målinger gjort utendørs. Haugan et al. (2013, s. 702) fant at  $T_{ir}$  har en gjennomsnittlig differanse fra  $T_{pa}$  på  $0,03^{\circ}\text{C}$  hos pasienter med  $T_{kjerne} > 34,0^{\circ}\text{C}$ , noe som er tilsier at infrarød måling er veldig nøyaktig. Dette støttes av Hasper et al. (2010) som påviste at  $T_{ir}$  er  $0,02^{\circ}\text{C}$  lavere enn  $T_{\text{øso}}$  og Uleberg et al. (2015) som viste  $T_{ir}$  har en differanse fra  $T_{blære}$  på  $0,03^{\circ}\text{C}$ . Differansen mellom  $T_{epi}$  og  $T_{ir}$  er i Ulebergs studie  $0,45^{\circ}\text{C}$  ved prehospital termometri, men det er ikke spesifisert om det er  $T_{epi}$ ,  $T_{ir}$  eller unøyaktighet hos begge som er årsak til differansen. Flere fremtidige studier er derfor nødvendig for å kunne undersøke om  $T_{ir}$  er like nøyaktig prehospitalt som på sykehus.  $T_{ir}$  kan også være mer utsatt for brukerfeil, kondens, oppvarming av beskyttelseshetten på proben (Teunissen et al., 2011) og skitt på linsen (Haugan et al., 2013) utendørs enn inne på sykehus, noe som kan virke inn på nøyaktigheten til metoden.

### *5.1.3 Rektal temperaturmåling*

Shin et al. (2012) og Miller et al. (2017) sine studier viser at  $T_{rek}$  er henholdsvis  $0,3^{\circ}\text{C}$  og  $0,36^{\circ}\text{C}$  høyere enn  $T_{kjerne}$ . Caroline (2014) mener at det er en forskjell på  $0,4^{\circ}\text{C}$  mellom  $T_{rek}$  og  $T_{kjerne}$ . Dette understøttes i en mye sitert studie av Robinson, Charlton, Seal, Spady og Joffres (1998) som også viser at  $T_{rek}$  ligger  $0,4^{\circ}\text{C}$  høyere enn  $T_{kjerne}$ . Resultatene fra hovedartiklene samsvarer derfor godt med allerede eksisterende litteratur og større studier innenfor samme forskningsområde. Det forsterker påliteligheten av oppgaven. En differanse på  $0,4^{\circ}\text{C}$  er innenfor grensen vi har definert som nøyaktig i vår oppgave ( $0,5^{\circ}\text{C}$ ), men kan eksempelvis ved terapeutisk hypotermi ha viktig en klinisk betydning. Ved terapeutisk hypotermi skal pasienten kjøles ned til  $32-34^{\circ}\text{C}$ . Temperaturer under  $32^{\circ}\text{C}$  er forbundet med økt mortalitet (Shin et al., 2013; Strapazzon et al., 2014). Dersom kun rektal måling utføres, og resultatet viser  $0,4^{\circ}\text{C}$  for høyt, vil pasientens nedkjøling pågå for lenge, og den nevroprotektive gevinsten av nedkjøling forsvinner (Hasper et al., 2011). Et annet eksempel er at ved hjertestans skal ambulanspersonell utføre hjerte-lunge-redning (HLR) frem til sykehus dersom pasientens temperatur er under  $32^{\circ}\text{C}$ . Er temperaturen over  $32^{\circ}\text{C}$  skal HLR avsluttes dersom resuscitering ikke lykkes. (Nasjonal kompetansetjeneste for traumatologi, 2017; Norsk resuscitasjonsråd, 2015). Brukes kun rektal termometri, og termometeret viser for høy temperatur kan dette føre til at HLR avsluttes for tidlig.

Studier viser også at det er forsinkelse mellom målinger i  $T_{kjerne}$  og  $T_{rek}$  (Camboni et al., 2008; Teunissen et al., 2011). Årsaker til dette kan være at rektalproben kan bli isolert med avføring, slik at varmen konserveres og temperaturendringer utlignes (Camboni et al., 2008, s.

923). Proben kan også ligge feil eller at det er lokale temperaturforskjeller i tarmen (Shin et al., 2013; Zafren & Mechem, 2018). I tillegg er endetarmen godt isolert, noe som gjør den mindre påvirket på endringer i resten av kroppen (Strapazzon et al., 2014).

Shin et al. (2013, s. 812) sin studie viser at differansen mellom  $T_{rek}$  og  $T_{kjerne}$  under nedkjøling øker fra  $0,3^{\circ}\text{C}$  til  $0,52^{\circ}\text{C}$ , og i Miller et al. (2017) studie øker forskjellen fra  $T_{kjerne}$  fra  $0,36^{\circ}\text{C}$  til  $1,55^{\circ}\text{C}$ . Nøyaktigheten til  $T_{rek}$  er med andre ord avhengig av at  $T_{kjerne}$  er stabil. Etersom mange pasienter allerede er nedkjølt når ambulansen ankommer skadestedet (Lapostolle et al., 2017), vil det være sannsynlig at pasientens  $T_{kjerne}$  er synkende og at først når pasientens  $T_{kjerne}$  ikke lenger er i endring vil  $T_{rek}$  være pålitelig. Rektal måling kan derfor vise temperaturer  $0,4^{\circ}\text{C}$  -  $1,55^{\circ}\text{C}$  høyere enn pasientens faktiske  $T_{kjerne}$ .

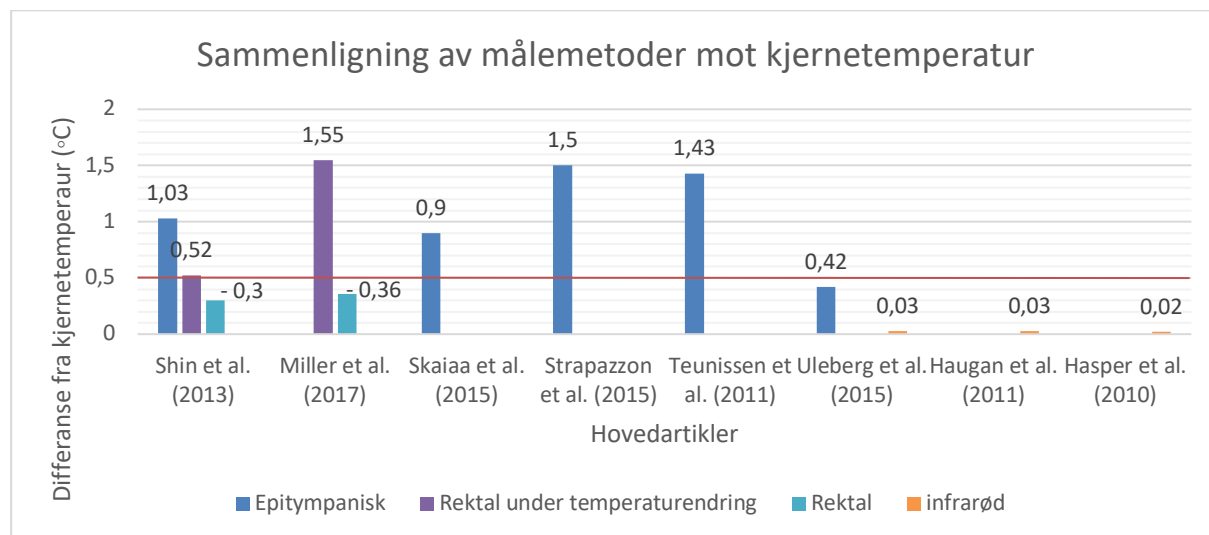
Dette kan gjøre at pasienten ikke blir oppfattet som hypoterm, eller at alvorlighetsgraden av hypotermi blir undervurdert. Daanen (2006) mener at rektal temperaturmåling er uegnet i ustabile miljø eller hvor pasienten er i bevegelse, noe som også støttes av kliniske oppslagsverk (Zafren & Mechem, 2018). Dette viser at selv om rektal måling er nøyaktig og pålitelig inhospitalt, er rektaltermometri ikke nødvendigvis pålitelig prehospitalt.

Resultatene i Shin et al. (2013) og Miller et al. (2017) er hentet fra terapeutisk hypotermi, og noe av årsaken til at resultatene er forskjellige kan være at pasientene hadde ulik temperatur ved indusering av nedkjølingen. Ved Shins studie ble hjertestans-pasienter nedkjølt med kald væske og kjøleelementer fra  $37^{\circ}\text{C}$  til  $32\text{-}34^{\circ}\text{C}$  etter vellykket gjenoppliving. I Millers studie ble en frivillig deltakergruppe etter høyintensiv trening kjølt ned fra  $39,5^{\circ}\text{C}$  til  $37,0^{\circ}\text{C}$  i et isbad. Begge studiene viser større differanse mellom  $T_{rek}$  og  $T_{kjerne}$  etter påvirkning fra ekstern kulde og begge viser at endringen i  $T_{rek}$  vises senere enn andre temperaturmålemetoder. Paal et al. (2016) støtter dette i en systematisk oversiktsartikkel som har sammenfattet funnene fra 279 enkeltstudier, og konkluderer med at rektal termometri prehospitalt er uegnet ettersom pasienten må være delvis avkledd, termometeret viser endringer for sent og at måleverdien som gjengis er varmere enn det  $T_{kjerne}$  er.

### *5.1.3 Sammenligning av nøyaktighet*

Når vi sammenligner nøyaktigheten til de tre forskjellige målemetodene opp mot definisjonen av nøyaktighet på  $0,5^{\circ}\text{C}$ , ser vi at det er kun  $T_{rek}$  og  $T_{ir}$  som vi kan anse som nøyaktig. Om det skjer en temperaturforandring hos pasienten vil imidlertid ikke  $T_{rek}$  være pålitelig frem til pasientens temperatur igjen er stabilisert. Vår erfaring er at rektal temperaturmåling i dag ofte

blir referert til som «gullstandard» innenfor temperaturmåling. Vi finner imidlertid ingen nyere forskning som bekreftet dette, og stiller oss derfor undrende til om denne påstanden fortsatt er gjeldende. En sammenligning av alle hovedartiklene opp mot nøyaktighetsgrensen på  $0,5^{\circ}\text{C}$  er illustrert i *Figur 1*.



*Figur 1: Sammenligning av differansen til  $T_{kjerne}$  for målemetodene uten påvirkning fra miljøet rundt pasienten. Rød strek indikerer terskel for nøyaktighet ( $0,5^{\circ}\text{C}$ ). Trek under temperaturendring og  $T_{epi}$  er over grensen for hva som kan regnes som nøyaktig. Unntaket er Uleberg et al. (2015) sin studie. Trek og  $T_{ir}$  er innenfor hva som regnes som nøyaktig.*

$T_{ir}$  har svært god nøyaktighet i Uleberg et al. (2015), Haugan et al. (2011) og Hasper et al. (2010) sine studier, men kun Uleberg har utført målinger prehospitalt. Ulebergs studie er derfor mer overførbar til ambulans praksis.  $T_{epi}$  har større unøyaktighet i samtlige studier, men ettersom denne forskjellen er konstant, lar den seg lettere bruke klinisk. Om  $T_{kjerne}$  er i endring ser vi at rektalverdiene i Miller et al. (2017) sin studie også er over  $0,5^{\circ}\text{C}$ , og sees derfor på som unøyaktig.

Uleberg et al. (2015) og Shin et al. (2013) har vurdert flere temperaturmålemetoder, og lar seg derfor lettere sammenligne med resterende studier.  $T_{ir}$  viser større nøyaktighet enn  $T_{rek}$  i Ulebergs studie, mens  $T_{rek}$  kommer bedre ut enn  $T_{epi}$  i Shins studie. Det fremstår som om  $T_{ir}$  er den mest nøyaktige målemetoden om vi ser bort fra potensiell miljøpåvirkning prehospitalt.  $T_{rek}$  er nøyaktig dersom pasientens  $T_{kjerne}$  er stabil, men er upålitelig dersom pasienten utsettes for temperaturpåvirkning.  $T_{epi}$  fremstår som mest unøyaktig.

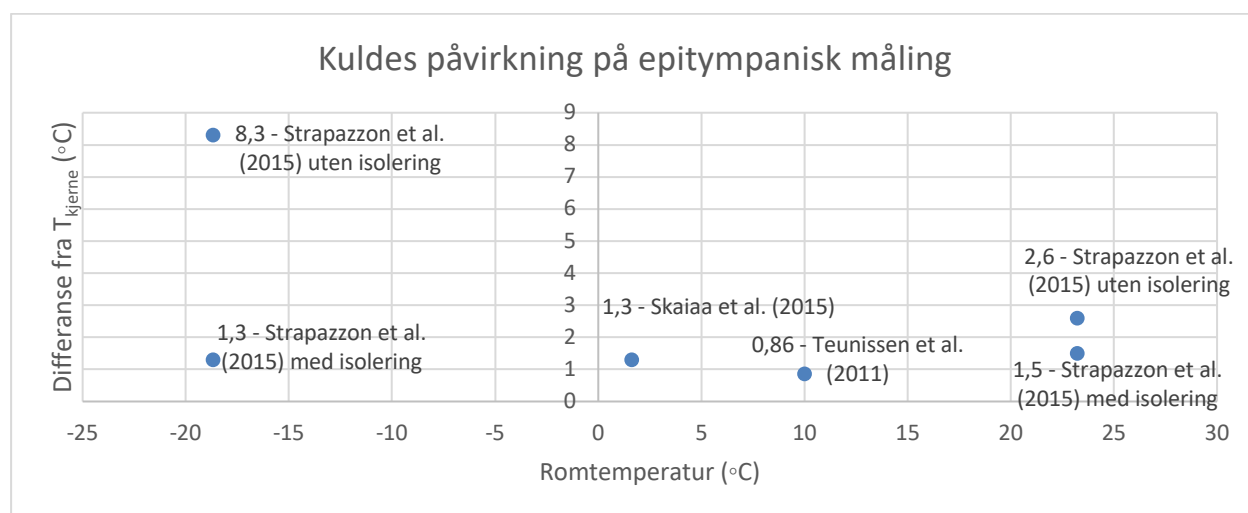
## 5. 2 Påvirkning av måleresultat

### 5.2.1 Fuktighet i øret

I underkapittel 1.4 *Definisjon av begreper* presiserte vi at fuktighet i øret påvirker tympanisk måling i en slik grad at resultatet ikke er klinisk brukbart, ettersom vannets temperatur bli avlest, og ikke trommehinnen. Skaiaa et al. (2015) har målt  $T_{\text{epi}}$  med snø og vann i øret for å vise dette i kliniske forsøk. Selv etter at mesteparten av vann og snø var fjernet fra øregangen, førte gjenværende fuktighet til en differanse på 22,0°C sammenlignet med rektaltemperatur. Dette underbygges også av Rogers et al. (2007), som har vurdert infrarøde termometres evne til å avdekke hypotermi prehospitalt ved fukt i øregangen. Studien viser at infrarøde termometre gjenga temperatur flere grader kaldere enn den pasienten faktisk hadde. Infrarøde termometres evne til å korrekt diagnostisere hypotermi ved fuktig miljø er derfor svært liten (Rogers et al., 2007). Øret må tørkes før målingen kan utføres. Det samme gjelder dersom øregangen inneholder mye hår eller ørevoks. De infrarøde strålene vil lese av ørevoksens temperatur og ikke trommehinnens (McCarthy & Heusch, 2006).

### 5.2.2 Påvirkning fra kulde

Strapazzon et al. (2015), Skaiaa et al. (2015) og Teunissen et al. (2011) har alle sammenlignet  $T_{\text{epi}}$  med  $T_{\text{oso}}$  eller  $T_{\text{rek}}$ , og samtlige studier viser at  $T_{\text{epi}}$  påvirkes av romtemperaturen rundt pasienten. Studiene er imidlertid utført ved ulike romtemperaturer, noe som vanskeliggjør muligheten for å direkte drøfte i hvor stor grad kald luft påvirker  $T_{\text{epi}}$ . Vi har derfor fremstilt resultatene grafisk i *Figur 2* for å lettere visualisere resultatene.



*Figur 2: Påvirkning fra kulde på epitympanisk måling. Første tall i tabelletikettene indikerer differansen fra  $T_{\text{epi}}$  til  $T_{\text{kjerne}}$  ved ulike temperaturer (x-aksen). Alle resultatene er over grensen for hva som ansees som unøyaktig. Isolering av øret med hørselvern førte til at*



*differansen ble redusert, men gjorde ikke at målingen kom inn under unøyaktighetsgrensen (0,5°C).*

En måte å redusere romtemperaturens påvirkning på epitympanisk måling er å isolere hodet med et materiale som ikke tillater at luft utveksles. Strapazzon et al. (2015) benyttet seg av hørselvern som isolering, noe som ved omgivelsestemperatur på -18,7°C førte en reduksjon i unøyaktighet på 82% (fra 8,3°C til 1,3°C). Ved 22°C reduserte hørselvernet temperaturdifferansen med  $\approx 43\%$  (fra 2,6°C til 1,5°C). Hørselvernet fungerer også som en dampspærre, noe som kan redusere varmetapet ytterligere (Zafren & Mechem, 2018). Isoleringen førte imidlertid ikke til at epitympaniske målinger tilfredsstillt kravet til nøyaktighet i denne oppgaven (0,5°C). Dette er illustrert i *Figur 2*.

Skaiaa et al. (2015) benyttet seg av en ullue og hette, men ingen signifikant effekt av isolering ble påvist. Forfatteren mener dette kan være fordi isoleringen ikke var god nok samt at forholdene kan ha vært for milde (1,6°C) til at man oppnår stor nok miljømessig påvirkning til å skape differanse. Teunissen et al. (2011) reduserte differansen mellom  $T_{\text{epi}}$  og  $T_{\text{øso}}$  med nesten 4°C ved å isolere øret med plast. Oppsummert kan det i *Figur 2* se ut som at miljøpåvirkning på  $T_{\text{epi}}$  kan reduseres betraktelig i temperaturspenntet -18°C - +22°C ved bruk av isolasjon. I et prehospitalt perspektiv betyr dette at ambulanspersonell kan redusere unøyaktighet på tympaniske målinger med relativt enkle virkemidler som å som å isolere øret. En av årsakene til at Skaiaa et al. (2015) og Strapazzon et al. (2015) ikke hadde samme effekt av isolering kan være at Strapazzons studie er gjennomført i langt lavere temperaturer. En annen årsak kan være at Skaiaa isolerte øret med bomull, mens Strapazzon bruker hørselvern.

### 5.2.3 Påvirkning av vind

Studien til Teunissen (2011) viser at kraftig vind økte differansen mellom  $T_{\text{epi}}$  og  $T_{\text{øso}}$  med 1,13°C, og forfatteren anser dette som en klinisk signifikant økning. Ettersom differansen er større enn nøyaktighetsgrensen på 0,5°C, kan dette peke mot at vind vil påvirke epitympanisk temperaturmåling. Selv om øret ble dekket av plast, førte vind til at differansen mellom  $T_{\text{epi}}$  og  $T_{\text{øso}}$  økte med 0,95°C ( $T_{\text{øso}} - T_{\text{epi}} = 1,78^\circ\text{C}$  uten isolering, 0,83°C med isolering).

Forfatteren mener dette kan ha en sammenheng med lokale kjølemekanismer i ansiktet, eksempelvis at nedkjølt blod og nærliggende vev kjøler ned det indre øret og trommehinnen. Det trengs imidlertid mer forskning på dette fenomenet for å underbygge denne teorien.

Skaiaa et al. (2015) har ikke påvist noen signifikant endring av differansen mellom  $T_{\text{epi}}$  og  $T_{\text{rek}}$  på grunn av vind (0,1°C). Noe av årsaken til at Teunissen et al. (2011) og Skaiaa et al.

(2015) ikke fikk samme resultater kan være vindhastigheten populasjonen ble utsatt for. Mens Teunissen benyttet vindtunnel for å simulere sterk vind, var Skaiaa utendørs med en gjennomsnittlig vindhastighet på 5,5 m/s under hele testperioden. Statistisk sett kan Skaiaas deltakere oppleve perioder med både sterkere og svakere vind. Vindstille forhold mens målingene pågikk kan eksempelvis være med på å forklare hvorfor vind ikke påvirket  $T_{epi}$  i nevneverdig grad. Det at en studie viser ingen signifikant effekt av en intervensjon, er også et resultat i seg selv og bør derfor inkluderes i drøftingen på lik linje med resterende artikler. Skaiaas studie har gjort godt rede for metodene og er derfor like troverdig, selv om resultatet ikke var som forventet.

Likevel er det vanskelig å sammenligne resultatet. I seksjon 3.7.1 *Metodiske svakheter og styrker med hovedartiklene* påpekte vi at Teunissen ikke har oppgitt vindhastigheten i vindtunnelen (m/s). Dette gjør at vi ikke kan sette resultatene fra vindpåvirkning opp mot lignende studier, slik vi har i *Figur 2*. Vi kan derimot trekke ut fra studiene at vind kan påvirke epitympanisk måling i en viss grad, og at målinger derfor burde gjøres innendørs eller i ambulansesekupéen.

I studien til Haugan et al. (2013) hadde pasienter på observasjonspost dobbelt så stor forskjell mellom  $T_{rek}$  og  $T_{ir}$  enn på intensivavdelingen. Haugan mener at forskjellen mellom avdelingene kan skyldes at observasjonsposten er mer utsatt for trekk og bevegelse. Et interessant spørsmål som må bekreftes av flere fremtidige studier er da om vind og trekk også inhospitalt faktisk påvirker målingene. Dette vil i så fall forsterke Daanens (2006), Kober et al. (2001) og Strapazzon et al. (2011) sin påstand om at infrarøde termometre lett lar seg påvirke av vind og andre miljøfaktorer.

Oppgaven viser at vind og omgivelsestemperatur øker differansen mellom  $T_{epi}$  og  $T_{kjerne}$ . Vi kan imidlertid ikke vise hvor mye  $T_{ir}$  blir påvirket av de nevnte faktorene prehospitalt, da det ikke finnes tilstrekkelig forskning på dette etter 2008. Kliniske oppslagsverk og nasjonale og internasjonale anbefalinger påpeker imidlertid at  $T_{ir}$  vil bli påvirket av de samme faktorene som  $T_{epi}$ , og at  $T_{ir}$  prehospitalt derfor ikke er pålitelig ved hypotermi (Zafren & Mechem, 2018; Nasjonal kompetansetjeneste for traumatologi, 2017; Zafren et al., 2014). Vi kan derfor argumentere for at  $T_{ir}$  vil bli påvirket av de samme miljøforholdene som  $T_{epi}$ , og at nyere forskning bør gjøres for å undersøke dette nærmere.

### 5.3 Etiske aspekter

#### 5.3.1 Kryssing av pasientens intimsone

Våre erfaringer fra ambulansetjenesten er at flere ambulanspersonell vegrer seg mot å utføre rektal temperaturmåling på voksne. Rektal termometri kan oppleves som pinlig både for pasienten og ambulanspersonellet (McCarthy & Heusch, 2006), og enkelte måler derfor aksillær temperatur i stedet. Aksillær temperatur er ikke pålitelig ved hypotermi (Strapazzon et al., 2014) og resultatet vil derfor ha begrenset klinisk verdi. En dansk studie fra 2014 har undersøkt hvordan voksne pasienter faktisk opplever rektal termometri. Kun 4,2% av respondentene opplevde rektalmåling som grenseoverskridende og pinlig. Sykepleierens kjønn, alder og relasjon til pasienten hadde liten eller ingen betydning (Ejlertsen & Hansen, 2014). Dette kan antyde at rektal temperaturmåling ikke er så inntrengende som mange i ambulansetjenesten frykter, og at terskelen for å utføre prosedyren kanskje er for høy (Ejlertsen & Hansen, 2014). Derimot ble informasjon og mulighet for privatliv under undersøkelsen ansett som svært viktig.

Private omstendigheter kan likevel tidvis være vanskelig å oppnå i prehospitalt arbeid. Kanskje er pårørende, skuelystne eller forbipasserende tilstede. Måling av rektaltemperatur bør derfor om mulig utsettes til pasienten er skjermet eller i ambulansen. Kulturelle og religiøse forskjeller kan også føre til etiske utfordringer når ambulanspersonell må måle rektaltemperatur på tvers av kjønn, der eksempelvis enkelte arabiske kulturer ikke godtar at menn undersøker og behandler kvinner (Nordby, 2014). Dette understreker viktigheten av god kommunikasjon og evnen til å finne kreative løsninger.

Bruk av andre termometertyper eliminerer disse problemstillingene. Dersom ambulanspersonell kun har rektaltermometer, må de i situasjoner der private omstendigheter er vanskelig å oppdrive muligens velge mellom å ivareta pasientens ønske om privatliv, eller konsekvensen av å ikke ha en viktig måling i en tidlig fase. Ifølge Helsepersonellovens §7 skal helsepersonell «straks gi den helsehjelp de evner når det må antas at hjelpen er påtrengende nødvendig. (...) Ved tvil om helsehjelpen er påtrengende nødvendig, skal helsepersonell foreta nødvendige undersøkelser.» (Helsepersonelloven, 1999). Dersom pasienten er i en tilstand der ambulanspersonellens fagmedisinske vurdering er at temperaturmåling er en nødvendig undersøkelse, får ambulanspersonellens etiske dilemma også en juridisk dimensjon. Dilemmaet omhandler ambulanspersonellens lojalitet mot helselovgivningen i §7 og pasientens ønske om privatliv. Viktigheten av

ambulanspersonnellets medisinske vurdering, juridiske bestemmelser og hensynet til pasientens privatliv settes slik opp mot hverandre.

### *5.3.2 Kulde forsterker smerteopplevelsen*

Det er i ambulansetjenesten i dag et stort fokus på å smertelindre traumatiserte og akutt syke pasienter. «Ingen pasient skal ha vondt,» er en setning som går igjen i det akuttmedisinske miljøet. Hypotermi forsterker opplevelsen av smerte, frykt og angst, noe som også gir hypotermi et psykososialt fokus i tillegg til det rent patofysiologiske (Alex et al., 2013a; Alex et al., 2013b; Balvers et al., 2015; Martin et al., 2005). Studier viser også at god hypotermibehandling reduserer behovet for smertelindring og reduserer de negative erfaringene fra å være skadd prehospitalt (Alex et al., 2013a). Har pasienten nedsatt bevissthetsgrad eller kommunikative egenskaper kan dette hemme pasienten i å formidle at han eller hun er kald. Det er derfor etisk problematisk å la være å måle temperatur på denne pasientgruppen og slik risikere at de blir hypotermie og slik ytterligere smertepåvirket.

### *5.3.3 Ulike prosedyrer og utstyr gir ulik helsehjelp*

Mange av ambulansetjenestens prosedyrer er kortfattet og enkelt formulert for at de raskt skal kunne brukes som oppslagsverk på oppdrag. Som nevnt i kapittel 1.0 *Introduksjon* er mange av ambulansetjenestens prosedyrer for hypotermi mangelfulle. 27 % av ambulansetjenestene i Norge har ikke prosedyrer for behandling av hypotermi og 88% mangler hypotermitemetre (Karlsen et al. 2013). Det kan derfor bli opptil den enkelte ambulansarbeider å diagnostisere og definere hvilken behandling som skal gis til nedkjølte. Dette stiller store krav til å holde seg oppdatert på forskning og risikofaktorer for nedkjøling. Pasienter har krav på lik tilgang på helsetjenester av god kvalitet, uavhengig av hvor i landet man befinner seg (Helsedirektoratet, 2018). Det kan diskuteres i hvilken grad lovgivningen følges dersom det oppstår et geografisk forbehold om hvilken prehospital behandling som gis.

## **5.4 Metodiske styrker og svakheter ved oppgaven**

Vi innledet oppgaven med å operasjonalisere problemstillingen i mindre deler.

Operasjonaliseringen var viktig for å spissformulere hva vi ville se nærmere på, og helt nødvendig for å avgrense en relativt bred problemstilling til mindre søkbare enheter. Vi fikk også klarere utfallsmål og intervensjoner, slik at resultatene lar seg sammenligne. Det at problemstillingen er såpass avgrenset og spissformulert anser vi som en styrke med oppgaven.

Vi har valgt flere typer studiedesign i oppgaven vår, inkludert tverrsnittstudier, kohortstudier og randomiserte kliniske studier. Vi har også redegjort for hvorfor akkurat disse studiene er relevante for problemstillingen vår. Ved å definere hvilke studiedesign som er relevante i det systematiske søket forenkler vi søkeprosessen og sikrer oss at designene faktisk svarer på det vi vil undersøke.

Mange av hovedartiklene er gjort av nordmenn under realistiske nordiske værforhold og er i hovedsak av nyere karakter med en medianalder på 3 år. Dette gjør at vi lettere kan sammenligne forskningsresultatene med våre egne erfaringer fra ambulansetjenesten. Vi fant også flere norske og svenske forskningsartikler som vurderer prehospitalet hypotermiforebygging, behandling og hvilket utstyr tjenestene har tilgjengelig. Disse har vi brukt for å skape et teoretisk og statistisk bakgrunnstappe for oppgaven, noe som forsterker påliteligheten og overførbarheten til klinisk praksis.

Det ideelle forskningsdesignet hadde vært en randomisert kontrollert studie der rektal, epitympanisk og infrarød termometri sammenlignes med hverandre under stabile værforhold. Deretter kunne de samme metodene blitt vurdert under påvirkning av kulde, regn og vind. Etersom slik forskning ikke eksisterer, har vi sett på artikler som sammenligner  $T_{\text{epi}}$ ,  $T_{\text{rek}}$  og  $T_{\text{ir}}$  med  $T_{\text{kjerne}}$ . Dette tillater likevel at unøyaktigheter kan oppstå i mange ledd av undersøkelsen og databearbeidingen, noe som igjen svekker troverdigheten til oppgaven vår. Selv om vi har definert  $T_{\text{kjerne}}$  som  $T_{\text{pa}}$ ,  $T_{\text{oso}}$  og i en studie  $T_{\text{rek}}$  og  $T_{\text{blære}}$ , vil det være en viss forskjell mellom disse målemetodene. Dette stiller også store metodiske krav til oss for å holde databearbeidelsen ryddig og strukturert. Alle hovedartiklene redegjør imidlertid godt hvorfor referanseverdien samsvarer med  $T_{\text{kjerne}}$ , og vi har slik kunnet bruke  $T_{\text{kjerne}}$  som referanseverdi for å skape sammenligningsgrunnlag mellom artiklene.

Det er også en svakhet i seg selv at  $T_{\text{kjerne}}$  er et begrep som ikke lar seg definere. Vi anså det derfor som nødvendig å drøfte mye rundt kjernetemperatur i seksjon 2.3.1 *Kjernetemperatur*. Så lenge de samme målemetodene nyttes internt i en studie, lar likevel differansen mellom to målinger seg sammenligne med andre studier. *Figur 1* er et eksempel på hvordan data fra ulike artikler kan settes inn i en større sammenheng.

Alle forskningsartiklene brukt i kapittel 4.0 *Resultat* er utelukkende skrevet på engelsk. Det kan være at noe informasjon er blitt misforstått eller utelatt når det blir oversatt til norsk. Det er også mulig at både vi og forfatterne av hovedartiklene har hatt bakgrunnskunnskap eller

erfaringer som ubevisst påvirker litteratursøket eller drøftingen av resultatet. At man er flere som skriver og at man benytter seg av systematiske søk, høye etiske krav og god kvalitetssikring av artiklene reduserer imidlertid faren for personlig påvirkning.

To studier hadde metodiske uklarheter som artiklene ikke svarte tydelig på. Vi kontaktet derfor forfatterne direkte per epost for å oppklare usikkerheten. Alle artiklene bestod Folkehelseinstituttets sjekklister for kvalitetsvurdering, og sju av åtte hovedartikler ble definert som av god kvalitet. Dette anser vi som en styrke med oppgaven.

Vi måtte i avgrensingen anta at temperaturmålinger på både friske og syke pasienter blir påvirket likt av kulde og vind. Dersom det likevel skulle være forskjeller vil studien vår ikke oppdage dette. Fire av åtte hovedstudier er gjort på frivillige friske deltakere, og det kan diskuteres om dette er en styrke eller svakhet med oppgaven. Mange usikkerhetsmomenter og variabler ved å bruke en frisk populasjon i intervensjonene elimineres. Forskerne står friere til å isolere intervensjoner, og sannsynligheten for at andre faktorer spiller inn på resultatet blir mindre. I tillegg gjør bruk av frivillige forskningen bedre etisk sett, gitt at alle som deltar får god informasjon om studien og mulighet til å trekke seg når de selv vil. En interessant vinkling i fremtidige studier hadde vært å undersøke om temperaturmålinger på friske og syke pasienter påvirkes likt av kulde og vind nærmere.

En annen svakhet ved studiet vårt er at det ikke eksisterer nok forskning på hvordan vind påvirker epitympanisk temperatur. Grundige systematiske og manuelle søk med flere kombinasjoner av søkeord gav svært få treff innenfor avgrensingene til oppgaven. Studiene vi har inkludert er gode, men mer forskning trengs for å kunne konkludere om  $T_{epi}$  lar seg påvirke av vind. Nyere enkeltstudier som vurderer kulde og vinds påvirkning av  $T_{ir}$  kunne styrket den metodiske delen av oppgaven, selv om kliniske oppslagsverk er av høyere forskningsmessig rang. Vi løste dette ved å sammenfatte studier som har vurdert nøyaktigheten til infrarød termometri inhospitalt, og finne en studie som har sammenlignet epitympanisk og infrarød termometri prehospitalt. Uleberg et al. (2015) har målt både  $T_{epi}$  og  $T_{ir}$  prehospitalt, og så lenge måleapparatene og -metoden er den samme inhospitalt, vil resultatene være overførbare til prehospitalt forhold.

## 5.5 Avslutning

Vi har i denne oppgaven undersøkt om rektale og tympaniske termometre gjengir kjernetemperaturen korrekt, og hvordan vind og kulde kan påvirke resultatet. Vi har benyttet

oss av enkeltstudier fra systematiske søk for å svare på oppgaven, og drøftet funnene våre opp mot forskningsbasert kunnskap fra systematiske oversiktsartikler og kliniske oppslagsverk.

Funnene fra oppgaven er at infrarøde termometre er svært nøyaktige inhospitalt, men kan prehospitalt påvirkes av brukerfeil, kulde og høy luftfuktighet. Rektale termometre kan være vanskelig å bruke på voksne i en praktisk eller etisk sammenheng, viser for høy temperatur og har en forsinkelse på endringer sammenlignet med  $T_{kjerne}$ . Epitympaniske termometre viser for lav temperatur og lar seg lett påvirke av miljøet rundt pasienten, selv om ørene isoleres. Dagens teknologi har med andre ord sine begrensninger prehospitalt, og ingen metode står frem som tydelig mer nøyaktig enn de andre.

Vi kan derfor ikke anbefale én spesifikk metode ambulanspersonell bør bruke for å måle temperatur ved mistanke om hypotermi. Hvert termometer har sine styrker og svakheter, enten det er å fastslå korrekt temperatur, diagnostisere hypotermi, måle en trend, eller støtte opp om en klinisk vurdering. Intensjonen bak temperaturmålingen bør være styrende for hvilken type termometer ambulanspersonellet velger å bruke. Det er viktig med skepsis til termometrenes nøyaktighet, men en slik skepsis bør ikke føre til at ambulanspersonell automatisk unngår å bruke termometre ved mistanke om prehospital hypotermi.

Ambulanspersonellet må være bevisst på at målingene kan være påvirket eller forsinket, og at pasientens  $T_{kjerne}$  kan være høyere eller lavere enn det termometeret oppgir.

Flere kontrollerte studier trengs for å vurdere hvordan miljøfaktorer påvirker temperaturmålingene. Oppgaven vår viser at kulde vil påvirke måleresultatene, men vi kan ikke konkludere i hvilken grad vind påvirker målingene uten at ytterligere forskning på dette gjøres. Vi håper at oppgaven fører til diskusjon, interesse og økt oppmerksomhet om hvordan ambulanspersonell best mulig kan hindre at pasienter blir nedkjølt under prehospitalt arbeid.

## LITTERATURLISTE

- Agaba, E. A. & Barrera, R. (2018). Hypothermia: BMJ Best practice.
- Alex, J., Karlsson, S. & Saveman, B. I. (2013a). Patients' experiences of cold exposure during ambulance care. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 21, 44. doi: 10.1186/1757-7241-21-44
- Alex, J., Lundgren, P., Henriksson, O. & Saveman, B. I. (2013b). Being cold when injured in a cold environment--patients' experiences. *Int Emerg Nurs*, 21(1), 42-49. doi: 10.1016/j.ienj.2011.10.006
- Balvers, K., Binnekade, J., Boer, C., Goslings, J. & Juffermans, N. (2015). Hypothermia as a predictor for mortality in trauma patients. *Critical Care*, 19(1), P307. doi: 10.1186/cc14387
- Barnason, S., Williams, J., Proehl, J., Brim, C., Crowley, M., Leviner, S., . . . Storer, A. (2012). Emergency nursing resource: non-invasive temperature measurement in the emergency department. *J Emerg Nurs*, 38(6), 523-530. doi: 10.1016/j.jen.2012.05.012
- Boso Bosch + Sohn. (udatert). *Bosotherm primus: user instructions*. Hentet fra [http://www.boso.de/uploads/media/15-05-bosotherm\\_basic\\_01.pdf](http://www.boso.de/uploads/media/15-05-bosotherm_basic_01.pdf)
- Camboni, D., Philipp, A., Schebesch, K. M. & Schmid, C. (2008). Accuracy of core temperature measurement in deep hypothermic circulatory arrest. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 7(5), 922-924. doi: 10.1510/icvts.2008.181974
- Caroline, N., Pollak, A. & Pilbery, R. (2014). *Nancy Caroline's Emergency Care in the Streets*. USA: Jones & Bartlett Learning.
- Corneli, H. M., Danzl, D. & Wiley, J. F. (2018). Hypothermia in children: Management. [https://www.uptodate.com/contents/hypothermia-in-children-management?search=hypothermia&source=search\\_result&selectedTitle=4~150#H4](https://www.uptodate.com/contents/hypothermia-in-children-management?search=hypothermia&source=search_result&selectedTitle=4~150#H4).
- Crawford, D. C., Hicks, B. & Thompson, M. J. (2006). Which thermometer? Factors influencing best choice for intermittent clinical temperature assessment. *J Med Eng Technol*, 30(4), 199-211. doi: 10.1080/03091900600711464
- Dahlum, S. (2016). Operasjonalisering. Hentet 14.05 2018 fra <https://snl.no/operasjonalisering>
- Dalland, O. (2017). *Metode og oppgaveskriving*. Oslo: Gyldendal akademisk.



- Deslarzes, T., Rousson, V., Yersin, B., Durrer, B. & Pasquier, M. (2016). An evaluation of the Swiss staging model for hypothermia using case reports from the literature. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 24(1), 16. doi: 10.1186/s13049-016-0210-y
- Dietrichs, E. S. & Opdahl, H. (2018). Hypotermi. I *Store Medisinske leksikon*: Store norske leksikon. Hentet fra <https://sml.snl.no/hypotermi>
- Dommerud, T. (2011). Nedkjøling, en snikende drapsmann. Hentet 10.05 2018 fra [https://www.aftenposten.no/norge/i/Lnp81/--Nedkjoling\\_-en-snikende-drapsmann](https://www.aftenposten.no/norge/i/Lnp81/--Nedkjoling_-en-snikende-drapsmann)
- Daanen, H. A. (2006). Infrared tympanic temperature and ear canal morphology. *J Med Eng Technol*, 30(4), 224-234. doi: 10.1080/03091900600711613
- Ejlertsen, C. & Hansen, J. R. (2014). En spørgekemaundersøgelse af voksne indlagte patienters perspektiv på rektal temperaturmåling. *Klinisk Sygepleje*, 28(4).
- Harten-Ash, L. & Hudson, A. (2014). Hypothermia among trauma patients in the Emergency Department (ED): a review of documentation and management. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 22(1), 10. doi: 10.1186/1757-7241-22-S1-P10
- Hasper, D., Nee, J., Schefold, J. C., Krueger, A. & Storm, C. (2011). Tympanic temperature during therapeutic hypothermia. *Emerg Med J*, 28(6), 483-485. doi: 10.1136/emj.2009.090464
- Haugan, B., Langerud, A. K., Kalvoy, H., Frosli, K. F., Riise, E. & Kapstad, H. (2013). Can we trust the new generation of infrared tympanic thermometers in clinical practice? *J Clin Nurs*, 22(5-6), 698-709. doi: 10.1111/j.1365-2702.2012.04077.x
- Helsebiblioteket. (2016). Non-invasiv kjernetemperaturmåling i perioperative pasientforløp *Fagprosedyrer*.
- Helsedirektoratet. (2018). *Pasient- og brukerrettighetsloven med kommentarer (IS-8/2015)*. Oslo. Hentet fra <https://helsedirektoratet.no/Lists/Publikasjoner/Attachments/945/IS-%208%202015%20%20Rundskrivpasientogbrukerrettighetsloven.pdf>
- Helsepersonelloven. (1999). *Lov om helsepersonell m.v. av 07. februar 1999 nr. 64*. Helse- og omsorgsdepartementet. Hentet fra <https://lovdata.no/pro/NL/lov/1999-07-02-64>
- Henriksson, O., Björnstig, U., Saveman, B., I & Lundgren, P. J. (2017). Protection against cold – a survey of available equipment in Swedish pre-hospital services. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. doi: 10.1111/aas.13002

- Hermann, L. & Weingart, S. (2003). Hypothermia And Other Cold-Related Emergencies. *Emergency Medicine Practice*, 5(12).
- Karlsen, A. M., Thomassen, O., Vikenes, B. H. & Brattebo, G. (2013). Equipment to prevent, diagnose, and treat hypothermia: a survey of Norwegian pre-hospital services. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 21(1), 63. doi: 10.1186/1757-7241-21-63
- Kirkehei, I. & Ormstad, S. S. (2013). Litteratursøk. *Norsk Epidemiologi*, 23(2), 141-145.
- Knutssön, G. B. & Moberg, K. (2016). Svensk MeSH. Hentet fra <https://mesh.kib.ki.se>
- Kober, A., Scheck, T., Fulesdi, B., Lieba, F., Vlach, W., Friedman, A. & Sessler, D. I. (2001). Effectiveness of resistive heating compared with passive warming in treating hypothermia associated with minor trauma: a randomized trial. *Mayo Clin Proc*, 76(4), 369-375. doi: 10.4065/76.4.369
- Kornfält, J. & Johansson, A. (2010). Occurrence of hypothermia in a prehospital setting, southern Sweden. *International Emergency Nursing*, 18(2), 76-79. doi: 10.1016/j.ienj.2009.06.001
- Kåss, E. (2018). Invasiv. Hentet 10.05 2018 fra <https://sml.snl.no/invasiv>
- Lapostolle, F., Couvreur, J., Koch, F. X., Savary, D., Alheritiere, A., Galinski, M., . . . Adnet, F. (2017). Hypothermia in trauma victims at first arrival of ambulance personnel: an observational study with assessment of risk factors. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 25(1), 43. doi: 10.1186/s13049-017-0349-1
- Lee, J. Y., Wakabayashi, H., Wijayanto, T. & Tochiyama, Y. (2010). Differences in rectal temperatures measured at depths of 4-19 cm from the anal sphincter during exercise and rest. *Eur J Appl Physiol*, 109(1), 73-80. doi: 10.1007/s00421-009-1217-0
- Martin, R. S., Kilgo, P. D., Miller, P. R., Hoth, J. J., Meredith, J. W. & Chang, M. C. (2005). Injury-associated hypothermia: an analysis of the 2004 National Trauma Data Bank. *Shock*, 24(2), 114-118.
- McCarthy, P. W. & Heusch, A. I. (2006). The vagaries of ear temperature assessment. *J Med Eng Technol*, 30(4), 242-251. doi: 10.1080/03091900600711415
- Miller, K. C., Hughes, L. E., Long, B. C., Adams, W. M. & Casa, D. J. (2017). Validity of Core Temperature Measurements at 3 Rectal Depths During Rest, Exercise, Cold-Water Immersion, and Recovery. *J Athl Train*, 52(4), 332-338. doi: 10.4085/1062-6050-52.2.10

- Nasjonalt kompetansetjeneste for traumatologi. (2017). Faglig retningslinje for håndtering av aksidentell hypotermi.
- National Association of Emergency Medical Technicians. (2014). *Prehospital Trauma Life Support* (8. utg.). USA: Jones & Bartlett Learning.
- Nordby, H. (2014). *Etikk og kommunikasjon i ambulansesarbeid - 101 eksempler*. Oslo: Akademika forlag.
- Norsk resuscitasjonsråd. (2015). Retningslinjer 2015 for AHLR voksne. Hentet 09.05 2018 fra [http://nrr.org/images/pdf/AHLR\\_pa\\_voksne\\_Norske\\_retningslinjer\\_2015.pdf](http://nrr.org/images/pdf/AHLR_pa_voksne_Norske_retningslinjer_2015.pdf)
- Nortvedt, M. W., Jamtvedt, G., Nordheim, L. V. & Reinart, L. M. (2016). *Jobb kunnskapsbasert!* Oslo: Cappelen Damm Akademisk.
- Nylenna, M. (2016, april 2018). Sjekklistor for vurdering av forskningsartikler. Hentet 07.05 2018 fra <http://www.helsebiblioteket.no/kunnskapsbasert-praksis/kritisk-vurdering/sjekklistor>
- Oslo Universitetssykehus. (2012). *Medisinsk operativ manual*.
- OsloMet - Storbyuniversitetet. (2017). Programplan for Prehospitalt arbeid - paramedic. Hentet 07.05 2018 fra <http://www.hioa.no/Studier-og-kurs/HF/Bachelor/Prehospitalt-arbeid-paramedic/Programplaner-for-tidligere-kull/Programplan-for-Prehospitalt-arbeid-paramedic-2015#Målgruppe>
- Paal, P., Gordon, L., Strapazzon, G., Brodmann Maeder, M., Putzer, G., Walpoth, B., . . . Brugger, H. (2016). Accidental hypothermia-an update : The content of this review is endorsed by the International Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MEDCOM). *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 24(1), 111. doi: 10.1186/s13049-016-0303-7
- Robinson, J., Charlton, J., Seal, R., Spady, D. & Joffres, M. R. (1998). Oesophageal, rectal, axillary, tympanic and pulmonary artery temperatures during cardiac surgery. *Can J Anaesth*, 45(4), 317-323. doi: 10.1007/BF03012021
- Rogers, I. R., Brannigan, D., Montgomery, A., Khangure, N., Williams, A. & Jacobs, I. (2007). Tympanic thermometry is unsuitable as a screening tool for hypothermia after open water swimming. *Wilderness Environ Med*, 18(3), 218-221. doi: 10.1580/06-WEME-BR-044R2.1
- Shin, J., Kim, J., Song, K. & Kwak, Y. (2013). Core temperature measurement in therapeutic hypothermia according to different phases: comparison of bladder, rectal, and

- tympanic versus pulmonary artery methods. *Resuscitation*, 84(6), 810-817. doi: 10.1016/j.resuscitation.2012.12.023
- Skaiaa, S. C., Brattebo, G., Assmus, J. & Thomassen, O. (2015). The impact of environmental factors in pre-hospital thermistor-based tympanic temperature measurement: a pilot field study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 23, 72. doi: 10.1186/s13049-015-0148-5
- Stenklev, N. C. (2009). Øre. Hentet 14.05 2018 fra <https://sml.snl.no/øre>
- Strapazzon, G., Avancini, G. & Blancher, M. (2013). Accidental hypothermia. *N Engl J Med*, 368(7), 681-682. doi: 10.1056/NEJMc1215158#SA2
- Strapazzon, G., Procter, E., Putzer, G., Avancini, G., Dal Cappello, T., Überbacher, N., Brugger, H. (2015). Influence of low ambient temperature on epitympanic temperature measurement: a prospective randomized clinical study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 23, 90. doi: 10.1186/s13049-015-0172-5
- Strapazzon, G., Procter, E., Paal, P. & Brugger, H. (2014). Pre-Hospital Core Temperature Measurement in Accidental and Therapeutic Hypothermia. *High Altitude Medicine & Biology*, 15(2), 104-111. doi: 10.1089/ham.2014.1008
- Svartdal, F. (2018). Reliabilitet. Hentet 22.05 2018 fra <https://snl.no/reliabilitet>
- Sykehuset i Vestfold. (2018). *Tiltaksbok ambulanse* (Bind ESS 0 Vitalparameter, ID 7056): Bliksund.
- Sykehuset Østfold. (2018). *Medisinsk operativ manual*.
- Teunissen, L. P., de Haan, A., de Koning, J. J., Clairbois, H. E. & Daanen, H. A. (2011). Limitations of temperature measurement in the aural canal with an ear mould integrated sensor. *Physiol Meas*, 32(9), 1403-1416. doi: 10.1088/0967-3334/32/9/004
- Thidemann, I.-J. (2017). *Bacheloroppgaven for sykepleierstudenter - den lille motivasjonsboken i akademisk skriving*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Uleberg, O., Eidstuen, S. C., Vangberg, G. & Skogvoll, E. (2015). Temperature measurements in trauma patients: is the ear the key to the core? *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 23, 101. doi: 10.1186/s13049-015-0178-z
- VAR healthcare. (2018). Rektal temperaturmåling. Hentet 19.05 2018 fra <https://www.varnett.no/portal/procedure/7612/13>

- Vardon, F., Mrozek, S., Geeraerts, T. & Fourcade, O. (2016). Accidental hypothermia in severe trauma. *Anaesth Crit Care Pain Med*, 35(5), 355-361. doi: 10.1016/j.accpm.2016.05.001
- Weuster, M., Bruck, A., Lippross, S., Menzdorf, L., Fitschen-Oestern, S., Behrendt, P., . . . Kluter, T. (2016). Epidemiology of accidental hypothermia in polytrauma patients: An analysis of 15,230 patients of the TraumaRegister DGU. *J Trauma Acute Care Surg*, 81(5), 905-912. doi: 10.1097/TA.0000000000001220
- World Medical Association. (2013). *Helsinkideklarasjonen*. Hentet fra <http://legeforeningen.no/Emner/Andre-emner/Etikk/Internasjonalt/Helsinkideklarasjonen/helsinkideklarasjonen-fra-verdens-legeforening/>
- Zafren, K., Giesbrecht, G. G., Danzl, D. F., Brugger, H., Sagalyn, E. B., Walpoth, B., Wilderness Medical, S. (2014). Wilderness Medical Society practice guidelines for the out-of-hospital evaluation and treatment of accidental hypothermia. *Wilderness Environ Med*, 25(4), 425-445. doi: 10.1016/j.wem.2014.09.002
- Zafren, K. & Mechem, C. C. (2018). Accidental hypothermia in adults. [https://www.uptodate.com/contents/accidental-hypothermia-in-adults?search=prehospital%20hypothermia&source=search\\_result&selectedTitle=2~150#PATIENT\\_INFORMATION](https://www.uptodate.com/contents/accidental-hypothermia-in-adults?search=prehospital%20hypothermia&source=search_result&selectedTitle=2~150#PATIENT_INFORMATION).
- Aasen, S. E. (2018). Mesh på norsk. Hentet 22.05 2018 fra <http://mesh.uia.no>

## VEDLEGG 1

